TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"Propuesta de mejora del flujo vehicular aplicando un modelo de simulación en la intersección de la antigua Panamericana Sur: Av. El Sol y el corredor Prolongación Huaylas entre el rancho El Rodeo y la calle Venecia, distrito de Villa El Salvador"

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO CIVIL

Presentado por:

Yonatan Huaco Panca (0009-0008-1241-109X)

Asesor:

Wilder Eder Patricio Melgarejo (0000-0002-9421-6106)

Lima – Perú

2025

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

ANEXO 19: ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 27 de agosto de 2026

Los integrantes del jurado de tesis
Presidente: Mag. Ing. Violeta Zarela Quevedo Porras
Miembro: Mag. Ing. Luis Alfredo Núñez Novara
Miembro: Mag. Ing. Yvan Manuel Arosquipa Nina

Se reúnen para evaluar la tesis titulada:

PROPUESTA DE MEJORA DEL FLUJO VEHICULAR APLICANDO UN MODELO DE SIMULACIÓN EN LA INTERSECCIÓN DE LA ANTIGUA PANAMERICANA SUR: AV. EL SOL Y EL CORREDOR PROLONGACIÓN HUAYLAS ENTRE EL RANCHO EL RODEO Y LA CALLE VENECIA, DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR, con el código de registro **PRE-112-2025-00753**

Presentada por el estudiante o egresado/bachiller:
- Yonatan Huaco Panca

Para optar el Título Profesional de INGENIERO CIVIL

Asesorado por: Mag. Ing. Wilder Eder Patricio Melgarejo
Coasesorado por: Dr. Ing. Anwar Julio Yarin Achachagua

Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño de los estudiante o egresados de la carrera de Ingeniería Civil en la sustentación, concluyen de manera unánime ( ) por mayoría simple (X) calificar a:

Tesista: Yonatan Huaco Panca			Nota (en letras): Quince
Aprobado (X)	Aprobado - Muy buena ( )	Aprobado - Sobresaliente ( )	Desaprobado ( )

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.

Mag. Ing. Violeta Zarela Quevedo Porras Presidente(a) del Jurado	Mag. Ing. Wilder Eder Patricio Melgarejo Asesor(a)
Mag. Ing. Luis Alfredo Núñez Novara Miembro del Jurado	Mag. Ing. Yvan Manuel Arosquipa Nina Miembro del Jurado

ANEXO: FORMATO DE DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DEL INFORME FINAL DE TESIS / TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (versión 2.0) [1]

Lima, 01 de 09 del 2026

Señor,
Percy Manuel Mayta Tristán
Vicerrector de Investigación
Universidad Científica del Sur
Presente. –

De nuestra consideración,

Yo: Yonatan Huaco Panca, egresado del Programa académico de Ingeniería Civil de la Universidad Científica del Sur, y el asesor Wilder Eder Patricio Melgarejo – declaramos que este informe final de tesis titulado "PROPUESTA DE MEJORA DEL FLUJO VEHICULAR APLICANDO UN MODELO DE SIMULACIÓN EN LA INTERSECCIÓN DE LA ANTIGUA PANAMERICANA SUR – AV. EL SOL Y EL CORREDOR PROLONGACIÓN HUAYLAS ENTRE EL RANCHO EL RODEO Y LA CALLE VENECIA, DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR", que presentamos para optar el título profesional/grado académico de Ingeniero Civil, es original.

En consecuencia, declaramos que el informe no contiene plagio ni total ni parcial; que, cuando se utilizó información de fuentes externas, se reconoció su autoría mediante la citación correspondiente; y que los resultados obtenidos son producto íntegro de nuestra investigación y no han sido falseados ni fabricados. Todo ello en cumplimiento del Código de ética en la Investigación, Reglamento de Disciplina de Pregrado y Posgrado, Reglamento de Propiedad Intelectual, Normas y procedimientos de los trabajos de investigación para la obtención de títulos profesionales y grados académicos [2], que afirmamos conocer en su totalidad.

Declaramos, además, que no se han utilizado herramientas de inteligencia artificial (IA), ni generativas ni de ningún otro tipo, en ninguna fase del desarrollo de la investigación ni en la redacción del informe final de tesis. Todo el material contenido en este informe fue elaborado íntegramente por el autor, sin asistencia de herramienta alguna de IA.

Por ello, en caso de identificarse alguna situación de plagio, falsificación o fabricación de resultados, uso indebido de IA generativa o uso no declarado de IA, nos sometemos al proceso de investigación que establezca la Universidad y aceptamos las sanciones que pudieran corresponder. También declaramos conocer las normativas institucionales que regulan las sanciones aplicables en estos casos, incluido el de la compra y venta de tesis.

Firmamos en conformidad con lo declarado,

Firma tesista	**Firma del asesor de tesis**
DNI: 75779392	**DNI:47919123**

[1] En conformidad con la Resolución del Consejo Directivo N° 084-2022-SUNEDU/CD
[2] Los documentos están en: https://repositorio.cientifica.edu.pe/handle/20.500.12805/3652

INFORME DE REVISIÓN DE ORIGINALIDAD

Título del documento evaluado. Propuesta de mejora del flujo vehicular aplicando un modelo de simulación en la intersección de la antigua Panamericana Sur: Av. El Sol y el corredor Prolongación Huaylas entre el rancho El Rodeo y la calle Venecia, distrito de Villa El Salvador

Autores. Yonatan Huaco Panca

Mecanismo de revisión de originalidad. Evaluación con Turnitin (ID 3041085882).

Código de registro. PRE-112-2025-00753

Resultado de la evaluación. 9%

Revisado por. Magaly Kelly Guerrero Huaracallo.

Comentarios sobre la revisión. Filtros usados: excluir fuentes de menos de 15 palabras, se excluyeron citas.



Propuesta de mejora del flujo

INFORME DE ORIGINALIDAD

9%	9%	1%	2%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.upt.edu.pe Fuente de Internet	3%
2	tesis.pucp.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	<1%
4	dspace.unila.edu.br Fuente de Internet	<1%
5	Submitted to Universidad Católica San Pablo Trabajo del estudiante	<1%
6	upc.aws.openrepository.com Fuente de Internet	<1%
7	core.ac.uk Fuente de Internet	<1%

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR
Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

DEDICATORIA

Dedico esta tesis no a quienes esperan, sino a quienes exploran

A quienes entienden que el universo no se explora con quietud, sino con movimiento.

A mis padres y familia, por brindarme el impulso inicial para alcanzar el objetivo principal.

Yonatan Huaco Panca

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

AGRADECIMIENTOS

Dedico esta tesis a Dios, por ser mi infraestructura más sólida y enseñarme que el esfuerzo bien dirigido siempre encuentra su destino. A mis hermanos y familia, por el combustible de ánimo en cada tramo del recorrido.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA 5

AGRADECIMIENTOS 6

ÍNDICE GENERAL 3

ÍNDICE DE FIGURAS 9

ÍNDICE DE TABLAS 14

ÍNDICE DE ECUACIONES 14

ÍNDICE DE ANEXOS 14

RESUMEN 15

ABSTRACT 16

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 17

1.1. Formulación del problema 20

1.1.1. Problema general 20

1.1.2. Problemas específicos 20

1.2. Justificación 21

1.3. Antecedentes de la investigación 23

1.3.1. Internacionales 23

1.3.2. Nacionales 24

II. MARCO TEÓRICO 28

2.1. Mejora del flujo vehicular 28

2.1.1. Flujo vehicular 28

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

2.1.2. Vehículo 29

2.1.3. Vía 29

2.1.4. Intersección vial 30

2.1.5. Capacidad vial 31

2.1.6. Velocidad 32

2.1.7. Congestión vehicular 32

2.2. Modelo de simulación de tráfico 32

2.2.1. Modelo de tráfico 32

2.2.2. Tipos de modelo de tráfico 33

a. Modelos Continuos 33

b. Modelos Discretos 33

c. Modelos Macroscópicos 34

d. Modelos Mesoscópicos 34

e. Modelos Microscópicos 34

f. Modelos Determinísticos 35

g. Modelos Estocásticos 35

2.2.3. Microsimulación de tránsito 36

2.2.4. Fundamentos de la microsimulación 36

a. Nivel de aleatoriedad en el flujo del tráfico 36

b. Número de semilla 37

c. Número de corridas 37

d. Warm Up 37

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

e. Calibración del modelo 39

f. Validación del modelo 39

2.2.5. Modelos de seguimiento vehicular 40

a. Modelo de General Motors 40

b. Modelo de Wiedemann 41

2.2.6. Software de microsimulación PTV Vissim 42

a. PTV Vissim 42

b. Antecedentes de PTV Vissim 43

c. Funcionamiento de PTV Vissim 43

2.2.7. Dispositivos de control de tránsito 44

a. Señales verticales 44

b. Señales horizontales 44

c. Semáforos 45

2.2.8. Restricción de carril 45

2.2.9. Paraderos 45

2.3. Parámetros de desempeño vial 46

2.3.1. Niveles de Servicio (LOS) 46

2.3.2. Tiempos de viaje 51

2.3.3. Demoras 51

2.3.4. Longitud de Cola 51

III. OBJETIVOS E HIPÓTESIS 51

3.1. Objetivos 51

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

3.1.1. Objetivo general 51

3.1.2. Objetivos específicos 52

3.2. Hipótesis 52

3.2.1. Hipótesis general 52

3.2.2. Hipótesis específicas 52

IV. METODOLOGÍA 53

4.1. Variables 53

4.1.1. Variable Independiente: Modelo de simulación de tráfico 53

4.1.2. *Variable Dependiente:* Mejora del flujo vehicular 53

4.2. Tipo y nivel de investigación 54

4.2.1. Tipo de investigación 54

4.2.2. Enfoque de investigación 54

4.2.3. Diseño de investigación 54

4.3. Población y muestra 55

4.3.1. Población 55

4.3.2. Muestra 55

4.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos 55

4.4.1. Técnicas de recolección de datos 55

4.4.2. Instrumentos de recolección de datos 57

4.5. Procedimiento de recolección de datos 60

4.5.1. Localización e identificación de puntos de aforo 60

4.5.2. Recolección de datos geométricos 62

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Intersección de la Antigua Panamericana Sur con Av. el Sol 63

Corredor Prolongación Huaylas 66

4.5.3. Recolección de datos del flujo vehicular 69

Cámaras 70

Drones DJI 74

4.5.4. Proyección vehicular en un periodo de 10 años 84

4.6. Alcances y limitaciones 87

4.6.1. Alcance 87

4.6.2. Limitaciones del estudio 88

a. Disponibilidad de datos 88

b. Simulación perfecta 89

c. Restricción de alcance geográfico 89

d. Viabilidad de implementación 90

4.7. Construcción del Modelo 90

4.8. Calibración del Modelo 106

4.9. Validación del Modelo 114

V. ANÁLISIS Y RESULTADOS 117

5.1. Dispositivos de control de tránsito en la Intersección 117

5.2. Restricción de carril en la Intersección 130

5.3. Paraderos en el Corredor 136

VI. DISCUSIÓN 142

6.1. Dispositivos de control de tránsito en la Intersección 142

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

6.2. Restricción de carril en la Intersección 144

6.3. Paraderos en el Corredor 145

VII. CONCLUSIONES 146

7.1. Dispositivos de control de tránsito en la Intersección 146

7.2. Restricción de carril en la Intersección 146

7.3. Paraderos en el Corredor 147

VIII. RECOMENDACIONES 147

8.1. Dispositivos de control de tránsito en la Intersección 147

8.2. Restricción de carril en la Intersección 148

8.3. Paraderos en el Corredor 148

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 149

X. ANEXOS 158

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 *Intersección de la Antigua Panamericana Sur - Av. el Sol* 19

Figura 2 *Corredor Prolongación Huaylas entre el Rancho el Rodeo y la calle Venecia* 19

Figura 3 *Delimitación de la unidad de estudio* 20

Figura 4 *Elementos de la vía* 30

Figura 5 *Intersecciones y puntos de conflicto* 31

Figura 6 *Tipos de modelo de tráfico* 33

Figura 7 *Modelos de tráfico por su nivel de detalle* 35

Figura 8 *Representación no estabilizada del modelo* 38

Figura 9 *Representación estabilizada del modelo* 39

Figura 10 *Seguimiento vehicular del modelo General Motors* 40

Figura 11 *Fases del modelo de Wiedemann* 42

Figura 12 *Arquitectura del sistema de Vissim* 44

Figura 13 *Paradero de vehículos al lado de una vía* 46

Figura 14 *Nivel de servicio A* 47

Figura 15 *Nivel de Servicio B* 48

Figura 16 *Nivel de servicio C* 48

Figura 17 *Nivel de servicio D* 49

Figura 18 *Nivel de servicio E* 50

Figura 19 *Nivel de servicio F* 50

Figura 20 *Formato del conteo vehicular* 57

Figura 21 *Instrumento del Dron DJI Air 2s* 58

Figura 22 *Instrumentos del Dron DJI Mavic 2 Pro* 59

Figura 23 *Puntos de control de la intersección junto al punto de aforo* 61

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Figura 24 *Puntos de control del Corredor de N-S junto a los puntos de aforo* ... 62

Figura 25 *Puntos de control del Corredor de S-N junto a los puntos de aforo* ... 62

Figura 26 *Medición de la intersección* ... 63

Figura 27 *Esquema de giros permitidos en la Intersección* ... 64

Figura 28 *Corte Transversal de la sección A - A* ... 65

Figura 29 *Corte Transversal de la sección B - B* ... 65

Figura 30 *Corte Transversal de la sección C - C* ... 66

Figura 31 *Medición del ancho de la vereda del corredor* ... 67

Figura 32 *Medición del ancho de la vía del ingreso a la calle Venecia* ... 67

Figura 33 *Esquema de giros permitidos en el Corredor* ... 68

Figura 34 *Corte Transversal de la Sección D - D* ... 68

Figura 35 *Esquema de giros permitidos en la pequeña Intersección* ... 69

Figura 36 *Nivel del tráfico vehicular en Google Maps* ... 70

Figura 37 *Punto de Aforo para la grabación en la Intersección* ... 71

Figura 38 *Conteo vehicular de la Intersección* ... 72

Figura 39 *Punto de Aforo para la grabación en la Intersección con el Dron* ... 74

Figura 40 *Puntos de aforo para la grabación en el Corredor con dos Drones* ... 75

Figura 41 *Conteo vehicular de las grabaciones* ... 77

Figura 42 *Volumen del punto de control NO1* ... 77

Figura 43 *Volumen del punto de control NO2* ... 78

Figura 44 *Volumen del punto de control NO3* ... 78

Figura 45 *Volumen del punto de control BE 1* ... 79

Figura 46 *Volumen del punto de control BE 2* ... 79

Figura 47 *Volumen del punto de control BE 3* ... 79

Figura 48 *Volumen del punto de control MI 1* ... 80

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Figura 49 *Volumen del punto de control MI 2*..... 80

Figura 50 *Volumen del punto de control MI 3*..... 80

Figura 51 *Volumen del punto de control MI 4*..... 81

Figura 52 *Volumen del punto de control MI 5*..... 81

Figura 53 *Volumen del punto de control MI 6*..... 81

Figura 54 *Cuadro resumen de la tasa de flujo de la Intersección* 82

Figura 55 *Cuadro resumen de la tasa de flujo en el Corredor* 83

Figura 56 *Flujograma vehicular de la Intersección* 84

Figura 57 *Flujograma vehicular del Corredor* 84

Figura 58 *Flujograma vehicular proyectado de la Intersección para el año 2035* 86

Figura 59 *Flujograma vehicular proyectado del Corredor para el año 2035*..... 86

Figura 60 *Área de estudio y simulación*..... 88

Figura 61 *Mapa de la Intersección georreferenciado de PTV Vissim*..... 91

Figura 62 *Mapa del corredor georreferenciado de PTV Vissim* 91

Figura 63 *Creación de links y conectores en la Intersección* 92

Figura 64 *Creación de links y conectores en el Corredor*..... 92

Figura 65 *Áreas de conflicto en la Intersección*..... 93

Figura 66 *Áreas de conflicto en el Corredor*..... 94

Figura 67 *Composición vehicular en la Intersección* 95

Figura 68 *Composición vehicular en el Corredor* 95

Figura 69 *Creación de velocidad en la Intersección* 96

Figura 70 *Creación de velocidades en el Corredor* 97

Figura 71 *Asignación de porcentajes para cada tipo de vehículo en la Intersección* 97

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Figura 72 *Asignación de porcentajes para cada tipo de vehículo en el Corredor* 98

Figura 73 *Ingreso de vehículos en la Intersección* 99

Figura 74 *Ingreso de vehículos en el Corredor* 100

Figura 75 *Rutas vehiculares en la Intersección* 101

Figura 76 *Rutas vehiculares en el Corredor* 101

Figura 77 *Ingreso de la Ruta peatonal en la Intersección* 102

Figura 78 *Ingreso de la Ruta peatonal en el Corredor* 103

Figura 79 *Asignación de nodos en la Intersección* 104

Figura 80 *Asignación de nodos en el Corredor* 104

Figura 81 *Tiempos de viaje del vehículo en la Intersección* 105

Figura 82 *Tiempos de viaje del Corredor* 105

Figura 83 *Configuración de la evaluación* 107

Figura 84 *Configuración de parámetros de Wiedemann 74* 109

Figura 85 *Volumen vehicular de la Intersección* 110

Figura 86 *Volumen vehicular del Corredor* 110

Figura 87 *Primera simulación en la Intersección* 111

Figura 88 *Parámetros Wiedemann 74 – Intersección - Calibración* 111

Figura 89 *Primera simulación en el Corredor* 113

Figura 90 *Parámetros Wiedemann 74 - Corredor - Calibración* 113

Figura 91 *Volumen vehicular en la Intersección* 115

Figura 92 *Parámetros Wiedemann 74 – Intersección - Validación* 115

Figura 93 *Volumen vehicular del Corredor* 116

Figura 94 *Parámetros Wiedemann 74 – Corredor - Validación* 116

Figura 95 *Ciclo semafórico de la Intersección* 123

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Figura 96 *Flujo vehicular actual de la Intersección sin Semáforos* 124

Figura 97 *Flujo vehicular actual de la Intersección con Semáforos* 124

Figura 98 *Ciclo semafórico de la Intersección Optimizado* 125

Figura 99 *Flujo vehicular actual en 3D de la Intersección con Semáforos Optimizados* 126

Figura 100 *Flujo vehicular proyectado (2035) de la Intersección sin Semáforos* 128

Figura 101 *Flujo vehicular proyectado (2035) en 3D de la Intersección con Semáforos Optimizados* 128

Figura 102 *Creación de la restricción de carril en la Intersección* 130

Figura 103 *Flujo vehicular actual de la Intersección sin Restricción de carril* 131

Figura 104 *Flujo vehicular actual de la Intersección con Restricción de carril* 132

Figura 105 *Flujo vehicular proyectado (2035) de la Intersección sin Restricción de carril* 134

Figura 106 *Flujo vehicular proyectado (2035) de la Intersección con Restricción del carril* 134

Figura 107 *Ciclo semafórico del Corredor* 136

Figura 108 *Flujo vehicular actual del Corredor sin paraderos* 137

Figura 109 *Flujo vehicular actual del Corredor con Paraderos* 138

Figura 110 *Flujo vehicular proyectado (2035) del Corredor sin Paraderos* 140

Figura 111 *Flujo vehicular proyectado (2035) del corredor con Paraderos* 140

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 *Volumen total de vehículos en la Intersección* 73

Tabla 2 *Volumen total de vehículos en el Corredor* 73

Tabla 3 *Velocidades de cada acceso*..... 96

Tabla 4 *Volumen Vehicular de la hora pico crítico en la Intersección*..... 98

Tabla 5 *Volumen Vehicular de la hora pico crítico en el Corredor*..... 99

Tabla 6 *Parámetros iniciales Wiedemann 74* 108

Tabla 7 *Reparto del ciclo de 120 segundos*..... 122

Tabla 8 *Cuadro comparativo de Desempeño actual* 127

Tabla 9 *Cuadro comparativo de la proyección 2035* 129

Tabla 10 *Cuadro comparativo de escenarios*..... 132

Tabla 11 *Cuadro comparativo de la Proyección 2035* 135

Tabla 12 *Cuadro comparativo del Corredor*..... 138

Tabla 13 *Cuadro comparativo de la proyección 2035* 141

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 *Factor de la Hora Máxima Demanda (PHF)*..... 76

Ecuación 2 *Tasa de flujo para un periodo pico de 15 min*..... 76

Ecuación 3 *Proyección del tráfico* 85

Ecuación 4 *Ecuación GEH (Geoffrey. E. Havers)* 108

Ecuación 5 *Magnitud de intervalos de cambio (yi)* 118

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 *Matriz de consistencia*..... 158

Anexo 2 *Ficha de validación del Modelo de Simulación*..... 159

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

RESUMEN

La presente investigación evalúa la congestión vehicular por ello se tuvo como objetivo principal proponer la mejora del flujo vehicular aplicando un modelo de simulación en la intersección de la Antigua Panamericana Sur – Av. el Sol y el Corredor Prolongación Huaylas entre el Rancho el Rodeo y la calle Venecia, distrito de Villa El Salvador.

Se realizó una metodología tipo descriptiva, enfocada en detallar las características, componentes o comportamiento en un contexto específico, sin manipular variables ni buscar relaciones causales profundas con un enfoque cuantitativo, porque los datos recolectados son numéricos y se miden variables con indicadores dentro de un marco no experimental. Los resultados de la implementación de un sistema completo de semáforos con fases optimizadas son menores que la restricción de carriles en la Antigua Panamericana Sur que logró elevar el Nivel de Servicio a A/B, reduciendo los retrasos de 33s a 7.94s. Por otro lado, la incorporación de paraderos en el Corredor Prolongación Huaylas estabilizó el flujo en un LOS B/C con 24.54s de demora, eliminado la fricción lateral por detenciones informales de los autos (taxis).

Se concluye que las propuestas presentadas evidencian mejoras en el flujo vehicular que optimizan la capacidad vial en más del 32% con los datos de volumen actual, también se presentaron resultados proyectando las propuestas al año 2025, con el objetivo de conocer la capacidad operativa de la vía y las propuestas para un flujo fluido.

Palabras clave: Vissim; microsimulación; tráfico vehicular; intersección; semaforización

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

ABSTRACT

This research evaluates traffic congestion. Its main objective was to propose improvements to traffic flow by applying a simulation model at the intersection of the Old Pan-American Highway South – Av. El Sol and the Prolongación Huaylas Corridor between Rancho El Rodeo and Venecia Street, in the Villa El Salvador district.

A descriptive methodology was used, focused on detailing the characteristics, components, and behavior in a specific context, without manipulating variables or seeking deep causal relationships. A quantitative approach was employed because the collected data is numerical, and variables are measured with indicators within a non-experimental framework. The results of implementing a complete traffic light system with optimized phases are less than those achieved by restricting lanes on the Old Pan-American Highway South, which raised the Level of Service to A/B, reducing delays from 33 seconds to 7.94 seconds. On the other hand, the addition of bus stops along the Prolongación Huaylas Corridor stabilized traffic flow at a Level of Service B/C with a 24.54-second delay, eliminating lateral friction caused by informal stops by cars (taxis).

It is concluded that the proposals presented show improvements in vehicular flow that optimize road capacity by more than 32% with the current volume data. Results were also presented projecting the proposals to the year 2025, with the objective of knowing the operational capacity of the road and the proposals for a fluid flow.

Keywords: Vissim; microsimulation; vehicular traffic; intersection; traffic signals

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La congestión vehicular es una problemática a nivel global que aumenta cada año. Según el último Ranking de Congestión Global presentada por la empresa INRIX, las ciudades de Estambul, Ciudad de Nueva York, Chicago, Londres, Ciudad de México y Paris son puntos de mayor congestión vehicular (Inrix, 2025). Ello se complementa con el aumento demográfico, el crecimiento descontrolado del parqueo automotor y la deficiente infraestructura vial, haciendo que la suma de todo ello genera congestión vehicular en vías importantes de la ciudad como en intersecciones. Según, "World Population Prospects 2024" emitida por las Naciones Unidas, menciona que la población mundial en el 2024 que es de 8,400 millones y pasará a 10,300 millones de habitantes durante los próximos 50 0 60 años, a mediados de la década de 2080 (UN DESA, 2024). Este acelerado incremento de la población mundial aumentará el parqueo automotor y por consecuencia también incrementará la congestión vehicular, si no se toman las medidas adecuadas de planificación.

El crecimiento económico y poblacional de los últimos tiempos influye en el incremento notable de vehículos en las ciudades, debido a la necesidad de cumplir con los deberes laborales, educativos y recreativos, principalmente durante el día, saturando más la capacidad de las vías actuales . (Thomson & Bull, 2002)

Las redes viales también se ven afectadas por el aumento del parque automotor e infraestructuras que no satisface la demanda vial, acompañado de la ausencia de cultura ciudadana y las maniobras imprudentes en el transporte público, que generan bloqueos en intersecciones, por intentar adelantar de forma temeraria y disminuir el tiempo de viaje, por otra parte, los autobuses en busca de subir y dejar pasajeros se estacionan antes de las intersecciones, disminuyendo la capacidad operativa y la fluidez del tránsito urbano.. (Thomson & Bull, 2002)

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

En el Perú, el comercio y el turismo genera una demanda constante de medios de transporte, según el INEI en junio del 2025: El flujo de vehículos ligeros y pesados a nivel nacional registra un aumento de 3.8% en comparación al mes del año anterior. En cambio, en Lima aumento un 4.3% (INEI, 2025).

El crecimiento acelerado de la densidad vehicular en la Ciudad de Lima y la carencia de cultura vial de los conductores y peatones, refleja las deficiencias en el sistema de transporte. Como resultado la capital se ubica en el noveno puesto a nivel global dentro del índice de congestión vehicular, elaborada por la firma holandesa (TomTom, 2025). "Esta situación se debe a la falta de un sistema adecuado de control vehicular, que actualmente está siendo asumido por la policía de tránsito, la cual detiene el flujo vehicular en función a los criterios individuales y la observación directa" (Pérez Rodríguez & Porras Salazar, 2019, p. 15).

Esta problemática se ha desarrollado progresivamente en los dos escenarios de estudio en el Distrito de Villa el Salvador y mediante el aforo vehicular se identificó que la Hora de Máxima Demanda (HMD) ocurre de forma crítica en el turno de la tarde entre las 17:00 y 18:00 horas. Durante este periodo, la Intersección de la Antigua Panamericana Sur - Av. el Sol, como se muestra en la Figura 1. Registra un flujo vehicular alto de 2,876 veh/h consolidándose como un nodo de alta saturación. Por su parte el corredor Prolongación Huaylas entre el Rancho el Rodeo y la calle Venecia, como se muestra en la Figura 2 registra un HMD de 752 veh/h generando un efecto de cuello de botella al aproximarse a la entrada de Villa 2 de la Universidad Científica del Sur, donde la concurrencia elevada de vehículos y estudiantes en general, están causando un gran problema de congestión vehicular en determinadas horas del día, especialmente en tardes. Por ello, existe la necesidad de aplicar un modelo de simulación a ambas zonas que

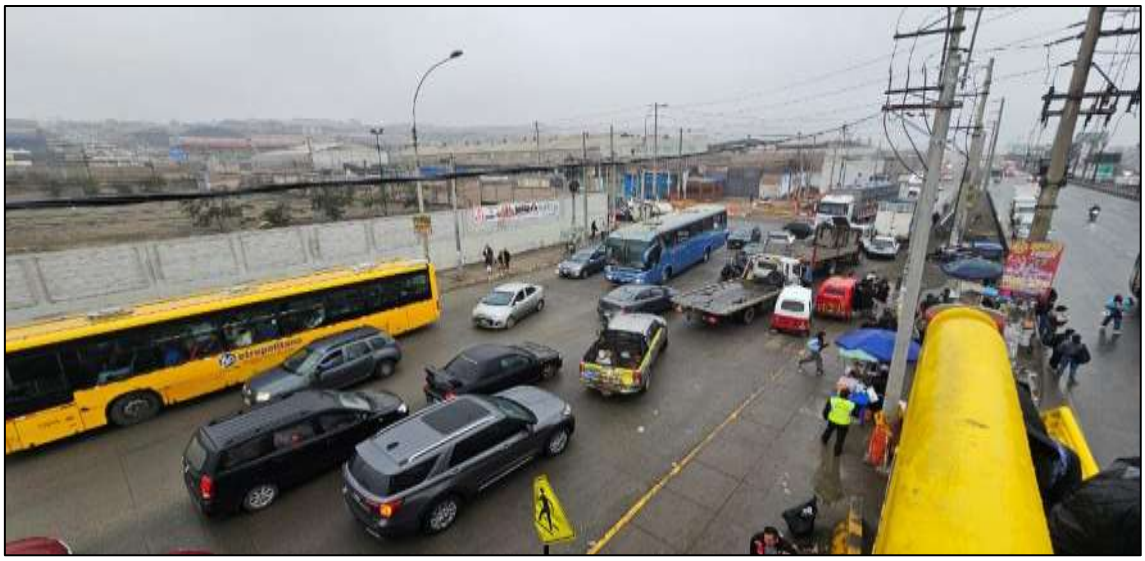
Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

permita evaluar de forma sistémica el comportamiento del flujo vehicular y proponer alternativas de mejora viables y técnicas.

Figura 1

Intersección de la Antigua Panamericana Sur - Av. el Sol



Nota: Elaboración propia de la intersección (2025)

Figura 2

Corredor Prolongación Huaylas entre el Rancho el Rodeo y la calle Venecia



Nota: Elaboración propia del corredor (2025)

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Por lo tanto, la delimitación de la zona de estudio, tanto la intersección y el corredor como se muestra en la Figura 3, no se restringe a un punto aislado, sino que se analizó ambas zonas con el objetivo de abarcar una mayor área de mitigación por la congestión vehicular que existe en ella, a causa del alto flujo vehicular que transitan en determinados periodos del día sumado a la falta de control y desorden.

Figura 3

Delimitación de la unidad de estudio



Nota: Se muestra la intersección y el corredor desde una vista aérea. (2025)

1.1. Formulación del problema

1.1.1. Problema general

¿De qué manera mejora el flujo vehicular aplicando un modelo de simulación en la intersección de la Antigua Panamericana Sur – Av. el Sol y el Corredor Prolongación Huaylas entre el Rancho el Rodeo y la calle Venecia, distrito de Villa El Salvador?

1.1.2. Problemas específicos

¿De qué manera mejora el flujo vehicular aplicando un modelo de simulación con dispositivos de control de tránsito en la intersección de la Antigua Panamericana Sur – Av. el Sol?

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

¿De qué manera mejora el flujo vehicular aplicando un modelo de simulación con restricción de carril en la intersección de la Antigua Panamericana Sur – Av. el Sol?

¿De qué manera mejora el flujo vehicular aplicando un modelo de simulación con paraderos en el Corredor Prolongación Huaylas entre el Rancho el Rodeo y la calle Venecia?

1.2. Justificación

Villa el Salvador, un distrito en rápida urbanización al sur de Lima, Perú, enfrenta importantes desafíos de movilidad urbana impulsados por el crecimiento poblacional, el aumento en la propiedad de vehículos y la sobrecarga de los corredores de transporte. La Intersección de la carretera Antigua Panamericana Sur - Av. el Sol y el corredor Prolongación entre el Rancho el Rodeo y la calle Venecia, son nodos críticos que conectan una zona Universitaria. Estas áreas experimentan una congestión vehicular, demoras prolongadas y condiciones peatonales inseguras debido al alto volumen vehicular, la geometría vial inadecuada y la infraestructura peatonal insuficiente. Problemas similares se documentan en estudios regionales, como el análisis de San Juan de Miraflores (SJM) (Ramos & Sáenz, 2024), que reportó un flujo máximo de 2941 vehículos/hora y bajos niveles de servicio (LOS) en una intersección comparable. En Villa el Salvador, estos desafíos comprometen la seguridad de estudiantes y transeúntes, además que aumentan los tiempos de espera y tiempos de viaje.

La urgencia de la investigación surge de la necesidad de abordar estos problemas de flujo vehicular y peatonal de forma integral. Por ello, estudios realizados en Puno (Cruz, 2024), Asunción (Bogarin, 2023) y Tacna (Michael & Edwar, 2023) destacan problemas paralelos de movilidad urbana, como la señalización deficiente, la sincronización deficiente de los semáforos y la infraestructura peatonal inadecuada, lo

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

que agrava la congestión y los riesgos de seguridad. Por ejemplo, el estudio de Puno observó un aumento del 20,45 % en la congestión debido a la mala gestión del tráfico, mientras que Asunción reportó un crecimiento vehicular del 220 % en 13 años, lo que provocó demoras excesivas debido a que no se gestionó debidamente el flujo vehicular y un aumento de 23 % de accidentes mortales en zonas urbanas. El análisis de Tacna indica un Nivel de Servicio (D y C) debido a la sincronización ineficiente de los semáforos, una preocupación muy similar a la de Villa el Salvador, donde la infraestructura vial antigua no satisface las demandas actuales del tráfico. El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2018) enfatiza la necesidad de contar con cruces peatonales seguros, semaforizaciones, carriles exclusivos, otros, sin embargo, muchas intersecciones en el distrito carecen de dichas instalaciones.

Las herramientas de modelo de simulación como PTV VISSIM ofrecen un método probado para abordar estos desafíos, como se demuestra en los estudios referenciados. En Puno, VISSIM redujo la congestión vehicular un 20,45% y mejoró el flujo de los peatones en un 11,04% mediante ciclos de semáforos optimizados e infraestructura peatonal. El estudio de Asunción logró una reducción del 77,7% en el tiempo de viaje y un crecimiento del 140% en las velocidades de flujo mediante intervenciones simuladas, mientras que Tacna mejoró el LOS de D a B con la optimización de semáforos y estructuras separadas por desnivel. De manera similar, el uso de VISSIM por parte de SJM, validado mediante datos de campo y calibración (p. ej., métricas GEH y RMSE), redujo significativamente la longitud de las colas. La investigación de Brachmi (2019) menciona aún más la utilidad de VISSIM en el análisis de configuraciones geométricas, mostrando que el ajuste de la longitud de los carriles de aceleración afecta la densidad del tráfico en condiciones de altos volúmenes (p. ej., V_F=5000 vph, V_R=1000 vph), a diferencia de la metodología menos sensible del Manual de Capacidad de Carreteras. Los datos anteriores pueden ser

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

aplicables a Villa el Salvador, donde la intersección y el corredor requieren soluciones personalizadas.

Este estudio presenta una metodología basada en datos para modelar el flujo vehicular. Mediante la simulación de escenarios con VISSIM, la investigación propondrá soluciones prácticas, como la implementación de semáforos, la reconfiguración de carriles o paradas de autobús formales, sin afectar la movilidad de ningún grupo de usuarios. Estas soluciones se alinean con los objetivos de movilidad metropolitana de Lima (Municipalidad Metropolitana de Lima, 2025) como el mejoramiento del flujo vial.

1.3. Antecedentes de la investigación

1.3.1. Internacionales

Estados Unidos. Brachmi (2019) en su investigación de maestría "Congestion Mitigation Strategy: Modeling the Effect of Different Geometric Configurations of a Two-Lane On-Ramp on Capacity Using VISSIM". El objetivo del estudio fue analizar cómo la longitud de los carriles de aceleración en rampas de acceso de dos carriles influye en la densidad del área de influencia, una variable clave en el desempeño del sistema vial según el Manual de Capacidad de Carreteras (HCM). Para ello, se aplicó una metodología comparativa utilizando el Software de Capacidad de Carreteras (HCS) y simulaciones microscópicas con VISSIM. Se evaluaron cinco combinaciones de longitud para los carriles LA1 y LA2, manteniendo constante la longitud efectiva, bajo dos escenarios de volumen vehicular: uno alto (VF = 5000 veh/h y VR = 1000 veh/h) y uno moderado (VF = 3500 veh/h y VR = 500 veh/h). Los resultados con HCS mostraron que la densidad no varía con la longitud, revelando que el modelo del HCM no es sensible a estos cambios. En contraste, los datos de VISSIM indicaron una mejora significativa en la densidad al reducir LA1 de 152 m a 30 m y aumentar LA2 de 152 m a 400 m, especialmente bajo volúmenes altos ($p = 0.029$). Sin embargo, este efecto desaparece en condiciones de

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

menor demanda (p = 0.992). En conclusión, la metodología del HCM podría no representar adecuadamente el comportamiento real en rampas de acceso de dos carriles, lo que justifica la necesidad de revisar sus ecuaciones para reflejar más fielmente el impacto de la geometría vial sobre la eficiencia del tráfico.

Paraguay. Bogarin (2023) en su trabajo de tesis "Modelaje, análisis y propuesta de intervención para una intersección conflictiva en asunción, Paraguay, por medio de microsimulación computacional con el software PTV Vissim". Evaluó mejorar la gestión del tráfico urbano en la ciudad de Asunción, Paraguay, a través del análisis y rediseño de una intersección crítica ubicada entre la Av. Madame Lynch y la Calle Alejo Silva, zona caracterizada por presentar congestión vehicular a causa del incremento de la densidad vehicular, la débil planificación urbana y la baja oferta de transporte público. La metodología combinó un análisis cuantitativo y cualitativo del flujo vehicular con simulaciones mediante el software PTV Vissim, evaluando indicadores como tiempos de retraso, distancias de cola y tiempos de viaje. A partir de estos resultados, se modeló una propuesta de intervención que incluyó estrategias como implementación de binarios, eliminación de giros a la izquierda, optimización semafórica y mejoras en la infraestructura vial. La comparación entre el escenario base y el propuesto demostró una mejora sustancial: el tiempo promedio de viaje se redujo en un 77.7% y la velocidad aumentó en un 140%, lo que valida la efectividad del rediseño y confirma que la ingeniería de tránsito aplicada adecuadamente puede generar soluciones concretas ante los desafíos urbanos actuales

1.3.2. Nacionales

Ramos y Saenz (2024) en su trabajo de tesis de pregrado "Análisis y propuesta del descongestionamiento vehicular utilizando el modelamiento-microsimulación en el software Vissim en la intersección de la carretera Panamericana Sur km 15 al km 16 y Av.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Mateo Pumacahua, ubicadas en el distrito de SJM – Lima, 2024". Evaluó el Nivel de Servicio (LOS) de la Carretera Panamericana Sur, entre el kilómetro 15 y el kilómetro 16, motivado por el elevado nivel de congestión vehicular. La investigación se enmarcó en un diseño no experimental de tipo descriptivo, con recolección de datos de aforo vehicular en distintos puntos del tramo analizado. Estos datos fueron procesados mediante el software de simulación microscópica PTV Vissim, permitiendo modelar el comportamiento del tráfico y analizar variables del flujo vehicular, los tiempos de viaje y longitudes de cola. Los resultados mostraron un valor máximo de aforo de 2941 vehículos por hora, un tiempo promedio de desplazamiento de 487.34 segundos y una longitud promedio de cola de 370.29 metros, evidenciando un nivel de servicio deficiente. Como medida de mejora, se propuso la implementación de paraderos de transporte público, lo cual permitiría redistribuir adecuadamente los flujos vehiculares y reducir significativamente la congestión en los puntos críticos, contribuyendo así a una circulación más eficiente y segura en la zona de estudio.

Chavez (2024) en su investigación de tesis de pregrado "Optimización del nivel de servicio vehicular y flujo peatonal por microsimulación con el programa PTV Vissim, en los Jirones los Incas, Tacna, Cahuide y Avenida la Torre - Puno". La cual está caracterizada por una alta concentración de comercios, transporte y densidad poblacional, donde la deficiente señalización y semaforización ha generado conflictos entre el flujo vehicular y peatonal. El objetivo del estudio fue optimizar el Nivel de Servicio (LOS) vehicular y el flujo peatonal mediante simulaciones utilizando el software PTV VISSIM. Se empleó una metodología cuantitativa, de nivel aplicativo y diseño no experimental, basada en conteos vehiculares que arrojaron volúmenes diarios de hasta 16,719 vehículos en la avenida La Torre, y aforos peatonales en hora punta de hasta 1,293 personas en el jirón Tacna. Gracias a la capacidad multimodal de VISSIM, se simularon diversos

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

escenarios y configuraciones de tránsito, concluyendo con la adición de un nuevo ciclo semafórico de 95 segundos y un carril exclusivo para giro en jirón Tacna hacia jirón Oquendo, logra una bajada del 20.45% en la congestión vehicular y un aumento del 11.04% en el flujo de los peatones, demostrando la efectividad de la propuesta para mejorar la movilidad en la intersección.

Ordoñez (2023) en su investigación de tesis "Propuesta de solución al congestionamiento vehicular en el cruce del jr. Leoncio prado y jr. Ayacucho aplicando microsimulación en el software Vissim, Huánuco – Huánuco - 2023". Abordó la problemática de congestión vehicular en la intersección del Jr. Leoncio Prado con el Jr. Ayacucho, proponiendo como solución la implementación de un sistema de semaforización optimizado mediante simulaciones con el software PTV VISSIM. Con un enfoque cuantitativo, de alcance correlacional y diseño no experimental, se modelaron distintos escenarios de tráfico considerando variables como sincronización semafórica, flujos peatonales y sentidos de circulación, con el objetivo de mejorar la coordinación vehicular. La simulación permitió anticipar el impacto de las intervenciones propuestas, facilitando decisiones técnicas informadas. Los resultados demostraron mejoras significativas: la longitud de cola bajo de 30.865 m a 22.01 m (28.69%), el tiempo de viaje disminuyó de 25.83 s a 24.64 s (4.61%) y la velocidad de circulación aumentó de 9.59 km/h a 11.74 km/h (22.42%). Estas cifras evidencian la efectividad de la propuesta en la optimización del flujo vehicular y la reducción de la congestión en dicha intersección.

Ccalli y Coronel (2022) en su investigación emplea el software PTV Vissim para determinar el nivel de servicio vehicular (LOS) en la Av. Patricio Meléndez de Tacna y proponer mejoras. La metodología consistió en recoger datos de aforos vehiculares, geometría de la vía y tiempos semafóricos para crear un modelo de microsimulación,

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

realizando seis simulaciones por intersección con 300 segundos de calentamiento y 600 de evaluación. Los instrumentos empleados fueron smartphones con trípode para grabación, wincha métrica para mediciones y los softwares PTV Vissim y AutoCAD para el modelado. Los resultados mostraron que la Intersección 01 tiene un nivel de servicio C (con un acceso en D) y la Intersección 02 un nivel B. Se plantearon dos propuestas: la primera optimizó los semáforos con el método de Webster, reduciendo los ciclos de 76 a 57 segundos y de 46 a 40 segundos; la segunda propuso un paso a desnivel que mejoró significativamente el nivel de servicio. Se concluye que el software es una herramienta efectiva para el diagnóstico vial, que la optimización de semáforos es una solución de bajo costo y que la infraestructura es necesaria para problemas críticos.

Polo y Sovero (2020) en su investigación abordan el problema de congestión vehicular en la intersección de las avenidas La Marina y Antonio José de Sucre mediante el uso del software de microsimulación Vissim 9.0. El estudio partió de un diagnóstico preciso que reveló que la intersección operaba en el peor nivel de servicio posible (F) con tiempos de demoras promedio de 90 segundos por vehículo, evidenciando una saturación crítica en esta importante conexión vial limeña. Para desarrollar soluciones efectivas, los investigadores implementaron una metodología rigurosa que incluyó la recolección de datos de campo mediante videograbaciones durante horas punta, la construcción de un modelo detallado en Vissim y su posterior calibración utilizando los parámetros del modelo de conducción Wiedemann 74. Tras validar el modelo con datos reales, se evaluaron tres propuestas de mejora: rediseño geométrico, optimización de semáforos y reubicación de paraderos. Los resultados demostraron que mientras las medidas individuales mostraban mejoras limitadas, la combinación integral de todas las propuestas -especialmente el desplazamiento estratégico de paraderos de buses junto con ajustes en la semaforización y geometría- logró reducir las demoras en un 54%, alcanzando 42

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

segundos por vehículo y mejorando el nivel de servicio a D. El estudio concluye que la microsimulación es una herramienta valiosa para optimizar intersecciones complejas, destacando que la reubicación de paraderos de transporte público resulta fundamental para descongestionar este tipo de cruces urbanos.

Elias (2019) en su tesis titulada “Propuesta de solución al congestionamiento vehicular en la rotonda Las Americas ubicada frente al Aeropuerto Internacional Jorge Chávez aplicando microsimulación en el software Vissim”. Tiene como objetivo diseñar una propuesta de mejora para reducir las demoras. La metodología recolectó datos de campo (aforos vehiculares, geometría) para la construcción de un modelo en Vissim, calibrado y validado utilizando el modelo de seguimiento vehicular de Wiedemann. El principal instrumento fue el software Vissim v9, apoyado con videograbaciones y análisis estadístico con Statkey. Los resultados mostraron que la rotonda opera con un nivel de servicio "F". De cuatro propuestas evaluadas, solo la aplicación de un paso a desnivel en la Av. Elmer Faucett fue efectiva, mejorando el nivel de servicio a "D" y reduciendo las demoras en un 59.43%. La conclusión principal es que el paso a desnivel es la solución óptima. Además, se validó la microsimulación con Vissim como una herramienta poderosa para el análisis de infraestructura vial, siempre que se calibren los parámetros del modelo para reflejar el comportamiento local del tráfico.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Mejora del flujo vehicular

2.1.1. Flujo vehicular

Hace referencia al número de vehículos que circulan por un punto específico en un período determinado. Varía desde un tráfico ligero y fluido hasta uno denso y congestionado. Este flujo se mide generalmente en vehículos por minuto (veh/min),

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

vehículos por segundo (veh/s) o vehículos por hora (veh/h). (Ingeniería de tránsito 9ª edición, 2010)

2.1.2. Vehículo

Medio de transporte que se desplaza por tierra, agua o aire, utilizado para transportar personas de un lugar a otro, impulsados por motores a combustión, eléctricos, hidrógenos, entre otros. En este caso se hace referencia a los vehículos terrestres.

La clasificación vehicular, según la "Directiva de la Resolución Ministerial N° 002-2006-MTC/15, Clasificación vehicular y Estandarización de Características Registrables Vehiculares" (MTC, 2006) tiene como objetivo de definir las características técnicas y registrables que deben cumplir para ingresar, registrarse, transitar, operar y salir de la circulación del país.

2.1.3. Vía

Lugar donde ocurre el movimiento de personas y vehículos, como se muestra en la Figura 4. Una vía puede ser una calle, carretera o sendero de acceso público, o incluso un camino privado usado por diferentes personas. Por eso, es clave entender la infraestructura vial, que incluye los siguientes elementos:

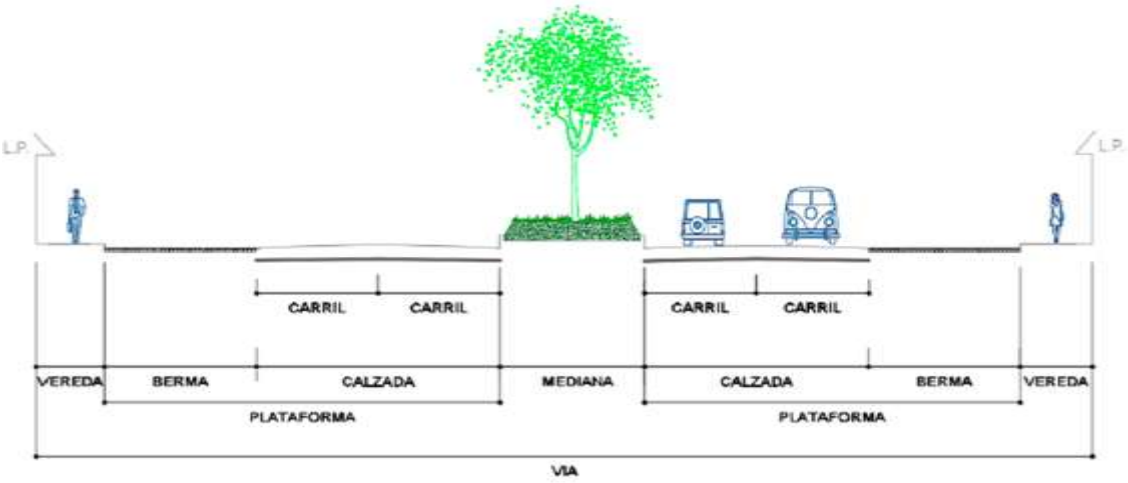
- Plataforma: Es el espacio total de una vía que incluye tanto la calzada como la berma, formando una estructura completa para la circulación y otros usos asociados.
- Calzada: Es la vía diseñada específicamente para que los vehículos circulen. Formado por uno o más carriles, según el ancho de la carretera.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

- Carril: Es una franja larga y estrecha dentro de la calzada, destinada al paso de vehículos. Cuando hay varios carriles, suelen estar separados por marcas viales o señales para organizar el tráfico.
- Berma: Es una zona pavimentada o estabilizada a los lados de la calzada, que no está pensada para el tráfico de vehículos, salvo en casos excepcionales, como emergencias.
- Vereda: Es el área a los costados de la calzada, destinada exclusivamente para que los peatones caminen de manera segura.
- Mediana: Es una barrera o espacio físico en el centro de una carretera que separa los carriles de sentidos opuestos, ayudando a organizar y mejorar la seguridad del tráfico.

Figura 4

Elementos de la vía



Nota: Michael y Edwar (2023)

2.1.4. Intersección vial

Una intersección vial es una parte de un sistema que conecta otras vías urbanas, con el objetivo de que el flujo de los vehículos continúe su ruta sin problemas.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

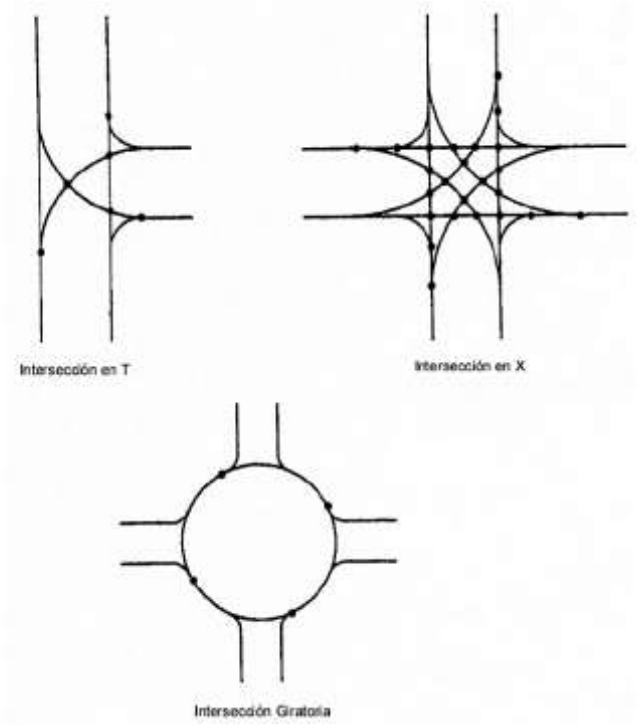
TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

En las grandes ciudades superpobladas como Lima son muy importantes las existencias de intersecciones, aunque también provocan la mayor cantidad de colisiones debido a los movimientos poco prácticos de algunos conductores, en la acción de superar a otros vehículos, sin tener en cuenta las señales regulatorias de tránsito, como los semáforos.

En la siguiente Figura 5, se muestra los puntos de conflicto en las intersecciones

Figura 5

Intersecciones y puntos de conflicto



Nota: Ogden (1996)

2.1.5. Capacidad vial

Es la cantidad máxima de vehículos que pueden llegar a pasar por un punto o un tramo de carretera, en cualquier dirección, durante un tiempo específico, dependiendo del estado de la vía y las condiciones del tráfico. (Ingeniería de tránsito 9ª edición, 2010)

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

2.1.6. Velocidad

La velocidad se define como la relación entre la distancia que recorre y el tiempo que demora en hacerlo, generalmente medido en kilómetros por hora (km/h). (Ingeniería de tránsito 9ª edición, 2010)

2.1.7. Congestión vehicular

El fenómeno conocido como congestión vehicular, o "atasco", se refiere a la saturación del tráfico en áreas urbanas e interurbanas, donde la capacidad de las vías se ve superada por un exceso de vehículos. Esto genera demoras significativas en los desplazamientos, un aumento en el consumo de combustible y un impacto ambiental notable. Este problema se intensifica especialmente durante las horas pico, cuando el volumen de tráfico alcanza su máximo.

2.2. Modelo de simulación de tráfico

2.2.1. Modelo de tráfico

La representación de modelos de tráfico es imprescindible si se quiere comprender el medio por el cual es rodeado, por ello, es una forma de representar o estimar un sistema, con el fin de predecir su comportamiento actual y futuro, mediante modelos matemáticos y simulaciones en un espacio y tiempo determinado.

La representación de los sistemas de transporte se esquematiza mediante modelos de flujo-dinámico y seguimiento vehicular. Bajo el primer concepto, el flujo vehicular se considera como partículas homogéneas, reguladas por variables promedio; el segundo concepto examina el comportamiento cinemático entre unidades consecutivas – líder y seguidor, asumiendo el manteniendo de características idénticas. (Fernandez, 2008)

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

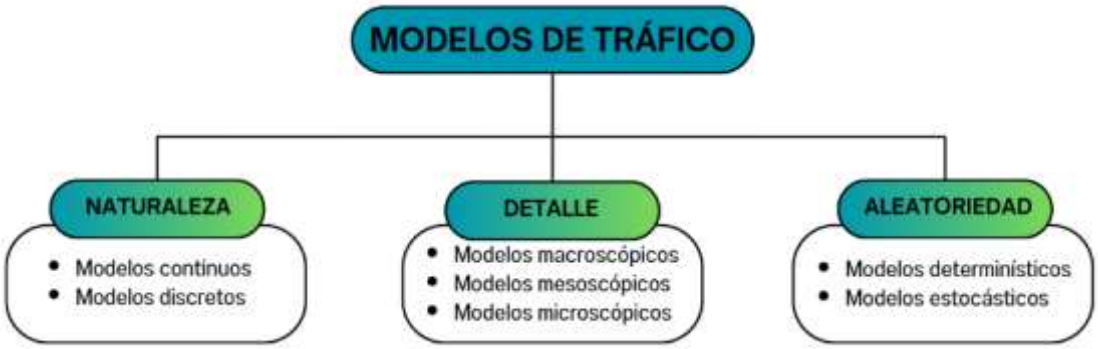
TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

2.2.2. Tipos de modelo de tráfico

Los modelos se clasifican según la naturaleza, nivel de detalle y nivel de aleatoriedad. Tal como se muestra en la Figura 6.

Figura 6

Tipos de modelo de tráfico



Nota: Adaptado de Fernández (2008)

a. Modelos Continuos

Se trata de modelos que utilizan ecuaciones diferenciales matemáticas para describir cómo cambian las tasas de las variables o parámetros en el tiempo. Estas variables, presentes en el modelo, están en una constante transformación. Por ejemplo, se pueden analizar aspectos como el flujo vehicular en un cruce, la velocidad de los automóviles o la longitud de las filas de espera (Aguirre, 2015).

b. Modelos Discretos

Estos modelos se distinguen por emplear una representación de un sistema en la que las variables modifican su estado de manera abrupta en momentos temporales específicos (Gallardo, 2011). Por ejemplo, en un modelo que simula el tráfico en una carretera, las propiedades y el desplazamiento de cada vehículo se transforman continuamente en diferentes instantes de tiempo.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

c. Modelos Macroscópicos

Los modelos macroscópicos se distinguen por ofrecer una representación continua del flujo de tráfico, enfocándose en variables agregadas como la interacción entre flujo, velocidad y densidad. Aunque sacrifican detalles específicos, estos modelos se destacan por su capacidad para abordar problemas de gran escala con tiempos de procesamiento reducidos (Arrieta & Vasquez, 2013).

d. Modelos Mesoscópicos

La metodología empleada en estos modelos se basa en representar un grupo limitado de vehículos como una entidad única para simplificar el análisis como una aproximación de los modelos macroscópico y microscópico, simulando un conjunto de vehículos como si fuese uno solo. Sin embargo, esto no implica que se evalúen como un bloque homogéneo, ya que ciertos parámetros, como los relacionados con maniobras de giro, tiempos de ingreso y egreso, se estudian de forma individualizada (Flórez & Vargas, 2019). Por su parte, las características de los vehículos y el comportamiento de los conductores no se detallan de manera individual, sino que se modelan mediante funciones de distribución probabilística. Estas funciones se construyen a partir de variables clave, como la aceleración, las interacciones entre vehículos y los cambios de carril, que permiten caracterizar el comportamiento dinámico de los conductores (Holgado, 2012).

e. Modelos Microscópicos

Los modelos microscópicos se enfocan en analizar el comportamiento individual de cada vehículo para comprender el flujo del tráfico en una carretera. Estos modelos consideran los parámetros interdependientes que influyen en la dinámica vehicular. Por ejemplo, al conocer la aceleración de un vehículo en un momento específico, junto con su posición y velocidad, es posible predecir su estado tras un determinado intervalo de tiempo. (Vico et.,2014)

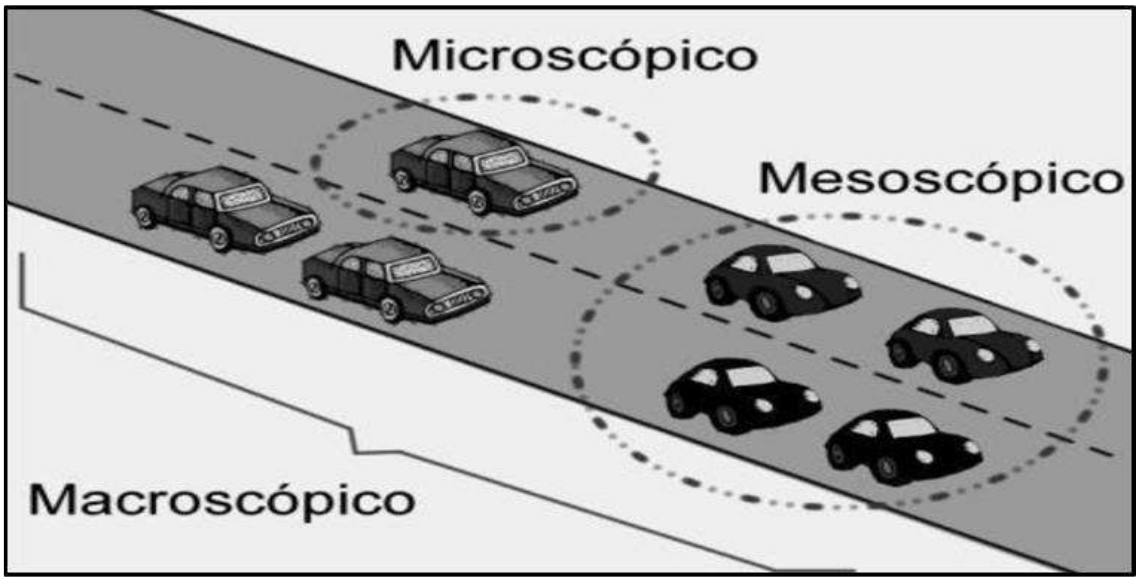
Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

La Figura 7 detalla las consideraciones específicas de cada modelo.

Figura 7

Modelos de tráfico por su nivel de detalle



Nota: Martín y Martín (2019)

f. Modelos Determinísticos

Estos son modelos que, bajo ciertas condiciones, generan una solución única e invariable. Además, se caracterizan por asumir que los datos son completamente conocidos y precisos, lo que implica que toda la información necesaria para la toma de decisiones está disponible al momento de analizar el modelo (Pimentel, 2014).

g. Modelos Estocásticos

El modelo estocástico, a diferencia del determinístico, incorpora una o varias variables endógenas de naturaleza aleatoria. Esto permite generar un rango diverso de resultados al realizar análisis o simulaciones. Los datos obtenidos a través de este enfoque se utilizan para aproximar y predecir el comportamiento dinámico de sistemas complejos

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

(Chávez, 2012). Un ejemplo de herramienta que emplea este tipo de modelado es el software Vissim, ampliamente reconocido en estudios de simulación.

2.2.3. Microsimulación de tránsito

En los últimos tiempos los modelos de simulación se han utilizado con mayor frecuencia con el fin de entender y comprender para solucionar los problemas de tráfico. Entre los softwares de simulación a nivel microscópico, se menciona el Programa PTV Vissim el cual permite realizar una evaluación precisa y detallada del flujo del tráfico a estudiar. Respecto al nivel hace referencia a un área específica. Agustín (2016)

2.2.4. Fundamentos de la microsimulación

a. Nivel de aleatoriedad en el flujo del tráfico

Los programas de simulación se basan en el nivel de aleatoriedad de sus parámetros de comportamientos y funcionamiento. Esta aleatoriedad se representa de forma estocástica y determinística. En el nivel estocástico, se refiere a un proceso o modelo que incorpora aleatoriedad o incertidumbre, los resultados no están completamente determinados y dependen de variables aleatorias, lo que implica que las predicciones se basan en probabilidades. Por ejemplo, en el tráfico, un modelo estocástico podría considerar variaciones impredecibles en la llegada de vehículos a una intersección semaforizada.

Mientras que el segundo, se refiere a un proceso o modelo donde los resultados están completamente determinados por las condiciones iniciales y las reglas del sistema, sin intervención de aleatoriedad. En un sistema determinístico, dado un conjunto de entradas, el resultado es siempre el mismo.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

b. Número de semilla

Para estudiar el comportamiento de los vehículos en simulaciones, es clave usar un número de semilla que genere valores iniciales aleatorios para cada vehículo. Esto permite analizar cómo actúa cada uno de forma individual, logrando resultados que se acerquen a lo que ocurre en la realidad (Weinstein et al., 2003). Es decir, imaginando que tienes un juego en el que varios vehículos se mueven por una ciudad virtual. Para que el juego funcione, necesitas un número especial que actúe como una "semilla". Esta semilla es como la primera pieza de un rompecabezas: define cómo se moverán los autos, qué caminos tomarán y cómo se desarrollará toda la escena. Usar la misma semilla asegura que, cada vez que juegues, todo ocurra de la misma manera, permitiendo que los resultados sean consistentes y se puedan repetir sin cambios.

c. Número de corridas

El número de simulaciones o corridas necesarias se basa en el análisis de una semilla inicial, ya que se evaluarán y compararán los resultados obtenidos dentro de un rango promedio de estas simulaciones. Los datos se verifican utilizando el número de simulaciones mínimas de corrida (Fellendorf & Vortich, 2010

d. Warm Up

El Warm Up o tiempo de estabilidad, es el intervalo inicial en una simulación de tráfico en el que el modelo logra un estado de equilibrio. Al comenzar la simulación, la red está vacía de vehículos, y estos se incorporan gradualmente hasta estabilizar el flujo. Una vez alcanzado este punto, se inicia la recolección de datos estadísticos. Posteriormente, se evalúan indicadores de eficiencia como volumen de vehículos, longitud de colas y tiempos de viaje, entre otros (Dowling et al, 2004). Según estudios de la FHWA, se recomienda un tiempo mínimo de estabilización de 10 minutos.

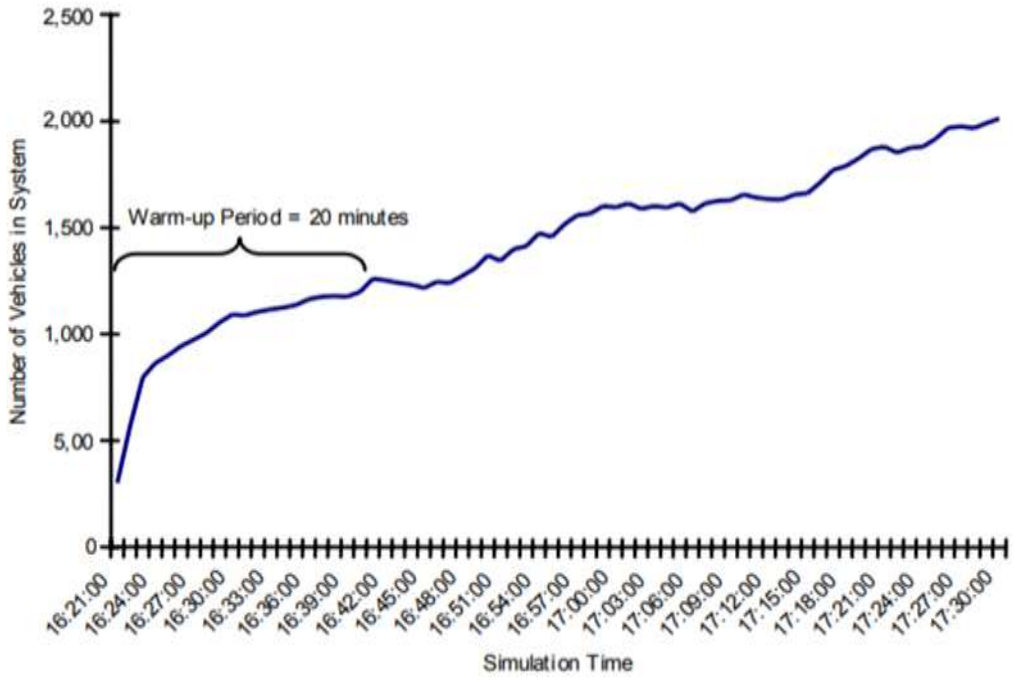
Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

En las siguientes figuras, se muestran las representaciones del modelo en dos escenarios, uno cuando hay inestabilidad (Figura 8) y en la otra cuando hay estabilidad (Figura 9)

Figura 8

Representación no estabilizada del modelo



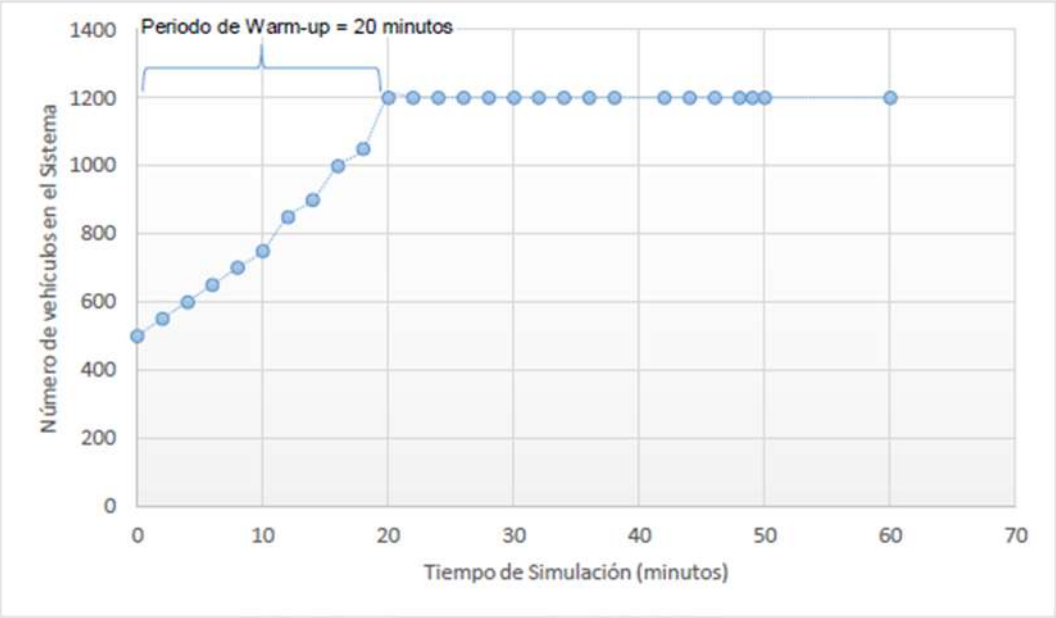
Nota: Adaptado de FHWA (2004)

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Figura 9

Representación estabilizada del modelo



Nota: Adaptado de FHWA (2004)

e. Calibración del modelo

La calibración se basa en modificar los parámetros de un modelo de simulación que influyen en el comportamiento de la red del flujo, con el fin de reflejar la realidad del sistema vehicular con precisión (Siddharth & Gitakrishnan, 2013). Entre los aspectos que calibran se encuentra la longitud de colas, los tiempos de viaje y la velocidad, volúmenes. (Dowling et al., 2004).

f. Validación del modelo

La validación del modelo es un paso muy necesario, porque se confirma si los resultados son correctos y para validarlos se ingresan un conjunto de nuevos datos como los volúmenes de entrada, composición del tráfico, etc. Una vez ejecutados los nuevos valores, los resultados entre el software PTV Vissim y los datos de campo deben ser similares (Siddharth & Gitakrishnan, 2013).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

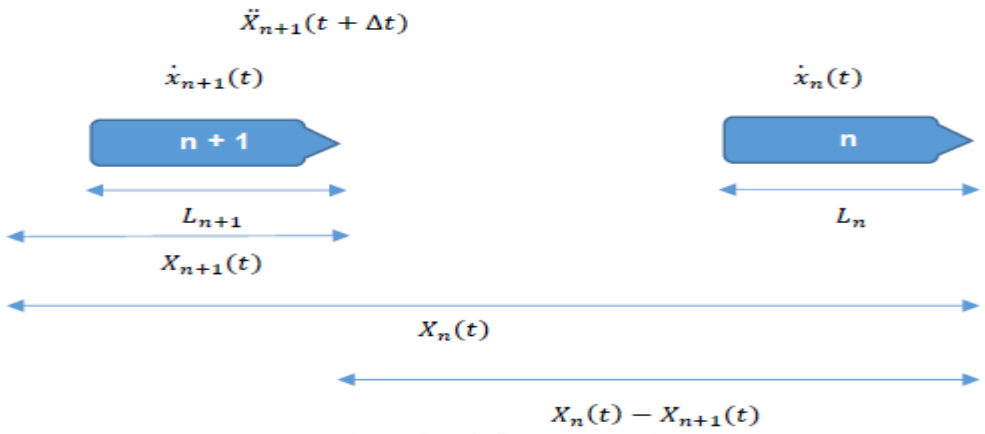
2.2.5. Modelos de seguimiento vehicular

a. Modelo de General Motors

Vehículo que lo sigue. Los estímulos se conceptualizan como la diferencia de velocidad relativa entre el vehículo que va delante y el que lo sigue. La sensibilidad se refiere al tiempo de reacción del conductor del vehículo que lo sigue, mientras que la respuesta se interpreta como la aceleración o desaceleración, determinada por la interacción entre los estímulos y la sensibilidad (Prócer, 2015). A continuación, en la Figura 10 se muestra la ilustración de este modelo.

Figura 10

Seguimiento vehicular del modelo General Motors



Nota: Adaptado de Wilber (2017)

Donde:

n: Vehíc. líder

n+1: Vehíc. seguidor

L_n: Medida del Vehíc. líder (pies)

L_{n+1}: Medida del Vehíc. seguidor (pies)

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

X_n: Posición del Vehíc. líder (pies)

X_{n+1}: Posición del Vehíc. seguidor

$\dot{X}_n$: Velocidad del Vehíc. líder (pies/seg)

$\dot{X}_{n+1}$: Velocidad del Vehíc. seguidor (pies/seg)

$\ddot{X}_{n+1}$: Aceleración/desaceleración del Vehíc. seguidor (pies/seg^2)

t: variable

$t + \Delta t$: Variación del tiempo en la interacción

b. Modelo de Wiedemann

"El modelo Wiedemann se basa en la reacción y percepción de los conductores ante distintas situaciones de tráfico" dentro de un sistema vial, como las distancias y velocidades que están relacionadas a la percepción humana (Arrieta y Vasquez, 2013).

Es decir que tanto el vehículo y el conductor, son un conjunto o una unidad y los conductores ajustan su velocidad y distancia con respecto al vehículo líder en función de umbrales de percepción, que determinan diferentes estados de conducción. Estos umbrales reflejan cómo los conductores humanos perciben y reaccionan ante los cambios en la velocidad relativa y la distancia con el vehículo de adelante.

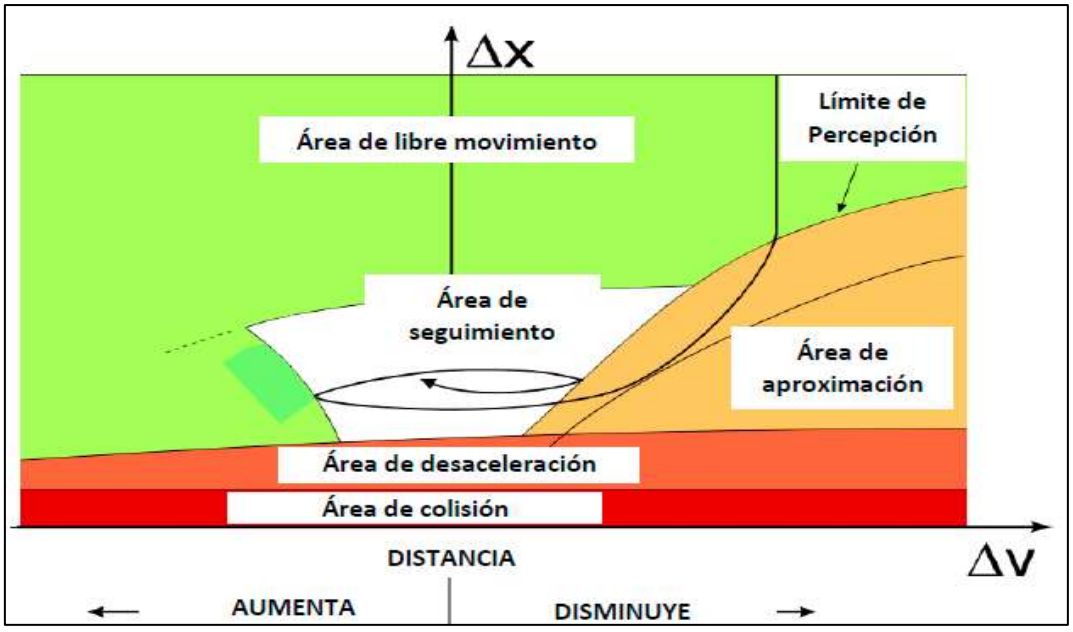
En la Figura 11 se muestra situaciones del modelo de Wiedemann, la cual se utiliza para la calibración del modelo de simulación PTV Vissim.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Figura 11

Fases del modelo de Wiedemann



Nota: Adaptado del Manual de Vissim PTV América (2008)

2.2.6. Software de microsimulación PTV Vissim

a. PTV Vissim

Vissim es un software de simulación de tráfico microscópica y macroscópica con el fin de modelar situaciones o comportamientos de vehículos, peatones u otros en las redes viales. El software utiliza distintos modelos de simulación como Wiedemann para evaluar el flujo y sus impactos como la congestión vehicular. Bajo esa premisa se puede utilizar el software en intersecciones, autopistas, rotondas, etc. y la variedad de móviles en muy amplia.

Basado en el análisis comparativo de Algherbal y Ratrout (2025), se seleccionó el programa de PTV Vissim por su excelencia en la incorporación de ITS (Sistemas Inteligentes de Transporte Perú, 2024) y vehículos conectados, permitiendo evaluar comportamientos bajo diferentes niveles de automatización con outputs realistas en 3D.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Esto supera a alternativas como SUMO (que requiere extensiones) o SIDRA (sin soporte para ITS) Syncro (que requiere paga), alineándose con los objetivos de nuestra investigación en simular la Intersección y el Corredor urbano, Además, su versatilidad en modelos micro/meso/macro facilita el escalado de escenarios, asegurando resultados confiables y replicables. En resumen, PTV Vissim es una herramienta de microsimulación potente y flexible que es ampliamente utilizada por su capacidad para modelar el comportamiento de los usuarios de la vía y la red de transporte de manera muy detallada y realista

b. Antecedentes de PTV Vissim

PTV VISSIM es un avanzado software de simulación de tráfico macroscópico y microscópico, creado por PTV Group, con sede en Karlsruhe, Alemania. Su nombre proviene de la palabra alemana "Verkehr In Städten - SIMulation", que significa simulación del tráfico en entornos urbanos. Originado en la década de 1970 en la Universidad de Karlsruhe, el programa comenzó a comercializarse en 1973 a través de PTV América Inc. En 1995, se implementó por primera vez en Estados Unidos, específicamente en Eugene, Oregón (Suarez, 2007). La versión más reciente, 9.0, es la que se utiliza en este proyecto, ofreciendo herramientas avanzadas para modelar y analizar dinámicas de tráfico de manera detallada.

c. Funcionamiento de PTV Vissim

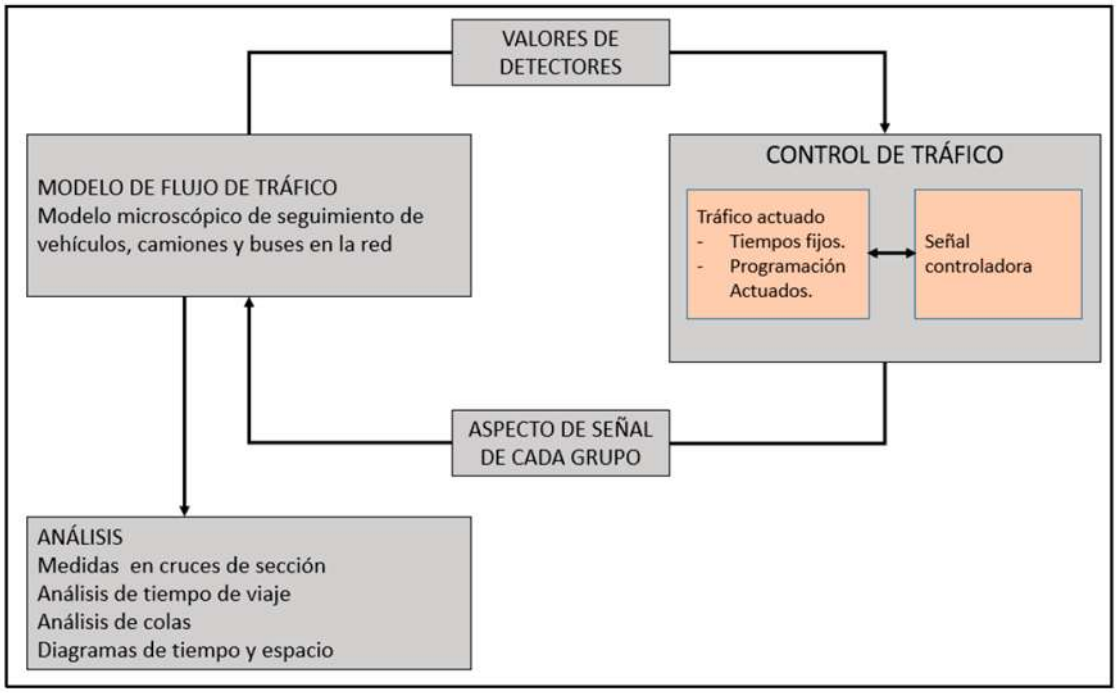
PTV Vissim es un software de modelo computacional basado en parámetros psicofísicos del movimiento vehicular, planteado según Wiedemann. La arquitectura del sistema de Vissim está dividido en 2 partes o programas, el modelo de control de señales y flujo de tráfico (Papageorgiou, 2006), como se muestra en la Figura 12.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Figura 12

Arquitectura del sistema de Vissim



Nota: Adaptado de PTV American (2016)

2.2.7. Dispositivos de control de tránsito

a. Señales verticales

"Las señales verticales son dispositivos instalados al costado o sobre el camino, y tienen por finalidad, reglamentar el tránsito, prevenir e informar a los usuarios mediante palabras o símbolos establecidos en este Manual" (MTC, 2016, p. 16).

b. Señales horizontales

"Las Marcas en el Pavimento o Demarcaciones, constituyen la señalización horizontal y está conformada por marcas planas en el pavimento, tales como líneas horizontales y transversales, flechas, símbolos y letras, que se aplican o adhieren sobre el pavimento" (MTC, 2016, p. 386). Se utiliza para regular, guiar y advertir la circulación.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

c. *Semáforos*

Son elementos de control del tránsito que operan como mecanismos de regular y controlar el tránsito vehicular y peatonal, mediante luces de color rojo, verde y amarillo o ámbar. (MTC, 2016, p. 502).

- *Color rojo:* Restringe el tránsito por un tiempo determinado
- *Color verde:* Permite el tránsito por un tiempo determinado
- *Color amarillo o ámbar:* Advierte que la luz roja está por aparecer. Indica preparación para detenerse

2.2.8. Restricción de carril

La restricción de carril es una medida de gestión de tráfico que consiste en limitar o prohibir el uso de uno o más carriles de una vía para ciertos tipos de vehículos, en horarios específicos o de manera permanente. Su objetivo principal es mejorar la fluidez, seguridad y orden del flujo vehicular. Se aplica comúnmente en vías congestionadas, horas punta, vías expresas y obras viales.

2.2.9. Paraderos

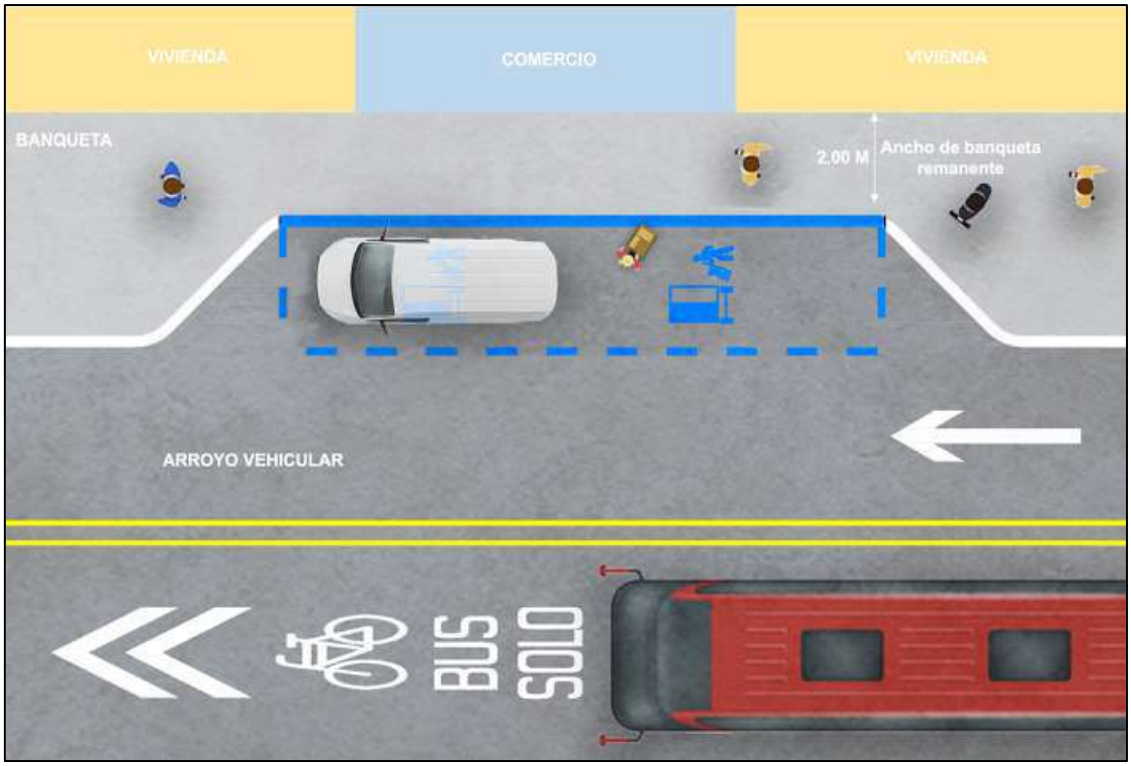
Una bahía de parada (también conocida como parada de bus, paraderos o bus bay) es una zona de la vía pública especialmente acondicionada y señalizada donde los vehículos de transporte público (buses, microbuses, automóviles) se detienen para el ascenso y descenso de pasajeros de manera segura y ordenada. Con el objetivo de mejorar la fluidez vehicular y tener un mayor orden en la circulación. (ATU, 2022)

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Figura 13

Paradero de vehículos al lado de una vía



Nota: (CTS México, 2023)

2.3. Parámetros de desempeño vial

2.3.1. Niveles de Servicio (LOS)

El nivel de servicio constituye un indicador cualitativo que describe las condiciones de operación vehicular y percepción por parte de los conductores (Cal y Mayor R. & Cárdenas G., 2010). Se describe la velocidad, el tiempo de recorrido, la libertad de la realización de maniobras, la comodidad y la seguridad vial (Silvera, 2020). Además se ve influenciada por características geométricas de ancho de calzada, distancia lateral libre, pendientes, bombeos, etc.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

El HCM 2010, clasifica el nivel de servicio (LOS) en seis categorías, asignándolas con letras A, B, C, D, E y F, que van desde un excelente flujo hasta un flujo muy lento y congestionado.

- Nivel de servicio A: Presenta una circulación libre y fluida. Los vehículos transitan con total libertad para seleccionar las velocidades que deseen, sin restricciones significativas por la presencia de otros vehículos. (Cal y Mayor R. & Cárdenas G., 2010). Ver Figura 14.

Figura 14

Nivel de servicio A



Fuente: Ingeniería de tránsito 9ª edición, pág. 404

- Nivel de servicio B: Se mantiene dentro del rango de fluidez, aunque se empiezan a observar más vehículos integrantes en la circulación, lo que se traduce en la disminución de la libertad de maniobra. (Cal y Mayor R. & Cárdenas G., 2010). Ver Figura 15.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Figura 15

Nivel de Servicio B



Fuente: Ingeniería de tránsito 9ª edición, pág. 404

- Nivel de servicio C: Pertenece al rango del flujo estable, marca el inicio de la influencia de otros vehículos en el comportamiento individual de cada uno, lo que significa que las velocidades y maniobras, estarán limitadas o restringidas. El nivel de comodidad desciende. (Cal y Mayor R. & Cárdenas G., 2010). Ver Figura 16.

Figura 16

Nivel de servicio C



Fuente: Ingeniería de tránsito 9ª edición, pág. 404

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

- Nivel de servicio D: Representa una circulación con una densidad vehicular elevada, pero estable, tanto la velocidad como las maniobras quedan muy restringidas, lo que significa que el conductor experimenta una comodidad y conveniencia baja. En ocasiones se forman pequeñas colas que impiden el funcionamiento. (Cal y Mayor R. & Cárdenas G., 2010). Ver Figura 17.

Figura 17

Nivel de servicio D



Fuente: Ingeniería de tránsito 9ª edición, pág. 404

- Nivel de servicio E: La circulación está cerca del límite de su capacidad operativa. La velocidad de conducción se ve reducida altamente, por la alta presencia de vehículos a su alrededor. La libertad de maniobra queda muy restringida, provocando cambios de carril forzados para no ceder el paso. El nivel de comodidad y conveniencia son bastante bajos, resultando en una circulación es inestable. (Cal y Mayor R. & Cárdenas G., 2010). Ver Figura 18.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Figura 18

Nivel de servicio E



Fuente: Ingeniería de tránsito 9ª edición, pág. 404

- Nivel de servicio F: Representa un flujo forzado en su totalidad, sucedido por que la capacidad de la vía fue excedida por la muy alta densidad de vehículos que circulan por la zona, ocasionando la formación de largas colas, típico de cuellos de botella. (Cal y Mayor R. & Cárdenas G., 2010). Ver Figura 19.

Figura 19

Nivel de servicio F



Fuente: Ingeniería de tránsito 9ª edición, pág. 404

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

2.3.2. Tiempos de viaje

Se define como el periodo acumulado que requiere un vehículo para recorrer un tramo de la vía y es utilizado como un parámetro sistémico de la eficiencia global de una vía, sirviendo como métrica cuantitativa para comparar la situación actual con los escenarios de mejora proyectados. (PTV Group, 2018).

2.3.3. Demoras

Se define como el tiempo que pierde un vehículo al transitar por una vía. En ingeniería de tránsito, este parámetro mide los retrasos causados por la congestión, falta de dispositivos de control, entre otros. (PTV Group, 2018).

2.3.4. Longitud de Cola

Se define como la extensión física (medida en metros) de la fila de vehículos detenidos en la vía. Este parámetro actúa como un indicador de saturación del nodo. (PTV Group, 2018).

III. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

Los criterios de evaluación en la investigación para la mejora del flujo vehicular se cuantificarán mediante indicadores de desempeño de Nivel de Servicio (LOS), demoras (retrasos en segundos por vehículo) y longitudes de cola.

3.1. Objetivos

3.1.1. Objetivo general

Proponer la mejora del flujo vehicular aplicando un modelo de simulación en la intersección de la Antigua Panamericana Sur – Av. el Sol y el Corredor Prolongación Huaylas entre el Rancho el Rodeo y la calle Venecia, distrito de Villa El Salvador.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

3.1.2. Objetivos específicos

Proponer la mejora del flujo vehicular aplicando un modelo de simulación con dispositivos de control de tránsito en la intersección de la Antigua Panamericana Sur – Av. el Sol.

Proponer la mejora del flujo vehicular aplicando un modelo de simulación con restricción de carril en la intersección de la Antigua Panamericana Sur – Av. el Sol.

Proponer la mejora del flujo vehicular aplicando un modelo de simulación con paraderos en el Corredor Prolongación Huaylas entre el Rancho el Rodeo y la calle Venecia.

3.2. Hipótesis

3.2.1. Hipótesis general

La propuesta mejora del flujo vehicular aplicando un modelo de simulación en la intersección de la Antigua Panamericana Sur – Av. el Sol y el Corredor Prolongación Huaylas entre el Rancho el Rodeo y la calle Venecia, distrito de VillaEel Salvador.

3.2.2. Hipótesis específicas

La propuesta mejora del flujo vehicular aplicando un modelo de simulación con dispositivos de control de tránsito en la intersección de la Antigua Panamericana Sur – Av. el Sol.

La propuesta mejora del flujo vehicular aplicando un modelo de simulación con restricción de carril en la intersección de la Antigua Panamericana Sur – Av. el Sol.

La propuesta mejora del flujo vehicular aplicando un modelo de simulación con paraderos en el Corredor Prolongación Huaylas entre el Rancho el Rodeo y la calle Venecia.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

IV. METODOLOGÍA

4.1. Variables

4.1.1. Variable Independiente: Modelo de simulación de tráfico

PTV Vissim es un software de simulación de tráfico microscópica y macroscópica utilizado para modelar situaciones o comportamientos de vehículos, peatones u otros en las redes viales. El software utiliza distintos modelos de simulación como Wiedemann para evaluar el flujo y sus impactos como la congestión vehicular. (ver anexo 1)

Las dimensiones de la variable son:

- Dispositivos de control de tránsito
- Restricción de carril
- Paradero

4.1.2. *Variable Dependiente:* Mejora del flujo vehicular

El flujo vehicular se refiere al número de vehículos que pasan por un punto específico en un período determinado. Puede variar desde un tráfico ligero y fluido hasta uno denso y congestionado. Este flujo se mide generalmente en vehículos por minuto (veh/min), vehículos por segundo (veh/s) o vehículos por hora (veh/h). (Ingeniería de tránsito 9ª edición, 2010) (ver anexo 1)

Las dimensiones de la variable son:

- Flujo vehicular

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

4.2. Tipo y nivel de investigación

4.2.1. Tipo de investigación

La investigación realizada fue de tipo descriptivo, porque se enfoca en detallar las características, componentes o comportamiento en un contexto específico, sin manipular variables ni buscar relaciones causales profundas, según Hernández, Fernández y Baptista (2014). Para una toma de datos correcta.

4.2.2. Enfoque de investigación

La investigación realizada fue de tipo cuantitativa, porque se recolectan datos numéricos, se mides variables con indicadores, se analizan resultados con herramientas de simulación, y se buscan mejoras medibles, todo dentro de un marco no experimental, según Hernández, Fernández y Baptista (2014), con el objetivo de proponer la mejora del flujo vehicular aplicando un modelo de simulación.

4.2.3. Diseño de investigación

El estudio utilizó un diseño no experimental, dado que no se alteró la variable independiente. Este tipo de diseño se caracteriza por ser sistemático y empírico, sin involucrar una modificación intencional de las variables en análisis.

De igual manera, el estudio empleó un diseño transversal en la fase de diagnóstico, debido a que la recopilación de datos de campo se realizó en un único momento temporal del flujo vehicular, sin monitorear a los participantes o la variable estudiada a lo largo del tiempo.

Por otro lado, el estudio también empleo un diseño longitudinal por la fase de proyección, debido a que la investigación modela y analiza la evolución del flujo vehicular y Nivel de Servicio a través del tiempo, por la proyección del flujo vehicular hacia el año 2035.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

4.3. Población y muestra

4.3.1. Población

Hernández, Fernández y Baptista (2014), define la población o universo como un grupo de casos que cumplen determinadas características para estudiarlos en una investigación.

Para la investigación, la población está constituida por el flujo vehicular que transita, converge e interactúa a través de los accesos, movimientos de giro y tramos que conforman el sistema vial integrado por la Intersección de la Antigua Panamericana Sur – Av. El Sol y el corredor Prolongación Huaylas, en el distrito de Villa El Salvador.

4.3.2. Muestra

Hernández, Fernández y Baptista (2014), define la muestra como un subconjunto de la población o universo de interés del cual recopilaremos los datos representativos necesarios para definir y delimitar el área, con el fin de ahorrar tiempo y dinero.

El tipo de muestra es no probabilística por conveniencia porque la investigación está conformada por el flujo vehicular registrado y contabilizado durante la Hora de Máxima Demanda (HMD) que corresponde a la hora punta en un día representativo, el cual constituye la base de datos necesaria para el software PTV Vissim.

La Unidad de Análisis lo constituye cada vehículo individual (clasificado en autos, station wagon, pick up, etc.) que ejecutan movimientos en la Intersección de la Antigua Panamericana Sur – Av. El Sol y el corredor Prolongación Huaylas

4.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos

4.4.1. Técnicas de recolección de datos

La técnica se define como un conjunto o grupo de instrumentos y recursos empleados en una disciplina fijada para ejecutar un procedimiento, mientras que el

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

método se basa en una serie de procesos utilizados en la investigación, que también se aplican a distintas disciplinas científicas, de acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2014).

En la investigación, se utilizaron varias técnicas de recolección de datos como lo ***observación***, que es un método de recolección de datos que examina de manera sistemática y confiable distintas situaciones y conductas, mediante equipos de grabación, como el dron DJI Air 2S y el Mavic 2 Pro. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014). La otra técnica es ***la identificación de las estaciones de aforo***, que se basa en la identificación de 2 puntos estratégicos para el conteo vehicular con drones DJI y cámaras. Asimismo, se utilizó la técnica de la ***descripción vehicular*** con el fin de realizar el conteo y estudiar el comportamiento del flujo vehicular. Para el cual la determinación del cronograma de recolección de datos y la determinación de las horas de evaluación se sustentan bajo los siguientes criterios de ingeniería:

- **Determinación de la Hora Pico (3:00 p.m. a 6:00 p.m.):** Este intervalo de horario se estableció mediante reconocimientos previos en campo del flujo vehicular, identificándolo como periodos de máxima congestión y desorden vehicular. Sumado a la cercanía de la Universidad que coincide con la salida estudiantes, provocando una saturación física de las vías.
- **Inclusión de Lunes, Miércoles, Jueves, Viernes y Sábado:** Estos días representan el comportamiento típico de un día laborable y académico de la zona. Presentando rangos más altos en simultáneo con las vías
- **Exclusión del día Martes y Domingo:** El día se excluyó para optimizar los recursos de aforo, manteniendo una muestra homogénea en los días útiles que capturan perfectamente la variabilidad del flujo vehicular. Por su parte, el domingo fue excluido porque la actividad comercial y académica disminuye

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

(observado en los reconocimientos de campo), significando que el escenario no representa la condición operativa de la vía que busca mitigar.

La siguiente técnica es el ***desarrollo del modelo*** usando la herramienta PTV Vissim, para simular el comportamiento del flujo vehicular antes y después de las propuestas de mejora

4.4.2. Instrumentos de recolección de datos

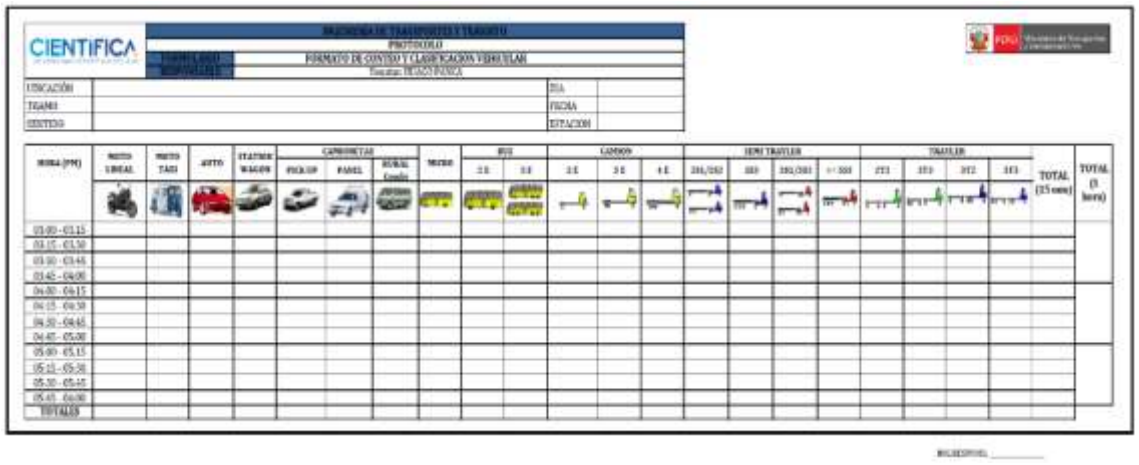
Es decir, los instrumentos de medición son herramientas diseñadas para recolectar datos relevantes, en este caso para el flujo vehicular, como las características de la intersección y el corredor, y otros factores que alimentarán al PTV Vissim, como:

- ***Registro de observación estructurada***

  Formato o plantilla del MTC (ver Figura 20) para registrar los datos cuantitativos del flujo vehicular.

Figura 20

Formato del conteo vehicular



Nota: Adaptada del formato del MTC (2016)

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

- ***Drones DJI***

  Dispositivo para grabar el flujo vehicular desde una gran altura, con gran campo de visión para permitir la mejor visualización, toma de datos y simulación del sitio de estudio.

  Se utilizarán drones de la marca DJI, los cuales son el Air 2s (ver Figura 21) y el Mavic 2 Pro (ver Figura 22), cuentan con cámaras 4K con ángulos inmersivos panorámicos, ideal para la toma de datos en alta calidad para su estudio. Previamente los drones fueron calibrados antes de cada vuelo, como la estabilización y calidad de la cámara, capacidad de la memoria y estabilidad con el control a distancia.

Figura 21

Instrumento del Dron DJI Air 2s



Nota: Tomado de la página de DJI Perú (2025)

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Figura 22

Instrumentos del Dron DJI Mavic 2 Pro



Nota: Tomado de la página de DJI Perú (2025)

- ***Google Earth Pro***

  Herramienta para mapear las coordenadas exactas de la intersección y el corredor, con el objetivo de medir distancias, carriles y algunas características físicas de las vías, de manera rápida. Se revisó las unidades y se comparó con las medidas reales medidas en campo.

- ***Materiales bibliográficos***

  Se utilizaron materiales nacionales e internacionales, revistas, artículos de Scopus, Science Direct y Web of Science, y guías de software de PTV Vissim

Materiales

- Una laptop de escritorio ASUS
- Dos celulares Samsung de alta gama

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

- Un distanciómetro
- Un flexómetro
- Un cronómetro
- Equipo de seguridad personal
- Unidades de memoria de 128 Gb
- Plantillas de Conteo Vehicular del MTC.

Por otra parte, para el procesamiento de datos e imágenes se han utilizado softwares como:

- PTV Vissim
- Excel
- Word
- Google Earth Pro
- AutoCAD
- App: Contador

4.5. Procedimiento de recolección de datos

4.5.1. Localización e identificación de puntos de aforo

Las zonas de estudio comprenden la Intersección de la Antigua Panamericana Sur– Av. El Sol y el Corredor Prolongación Huaylas entre el Rancho el Rodeo y la calle Venecia

La identificación de puntos de aforo para la grabación se ubicó según el sitio de toma de datos, debido a que el método de grabación es distinto (mediante cámaras y Drones), por ende, se presentará el punto de aforo principal que fue por “drones” para el conteo vehicular detallado (giros a la izquierda, giros a la derecha y de frente) y también se detallará la ubicación de puntos de control para realizar el conteo vehicular.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

En la Figura 23, se muestra la ubicación del punto de aforo para la grabación con dron en el centro de la Intersección, también se muestran los puntos de control denominados por las siglas de NO1, NO2 y NO3 para hacer referencia a las zonas de conteo vehicular.

Figura 23

Puntos de control de la intersección junto al punto de aforo



Nota: Identificación de puntos de control desde una vista satelital de Google Earth Pro

En la Figura 24, se muestra la ubicación del punto de aforo para la grabación con dos drones para abarcar la zona extensa de 1.4 km de largo del corredor que va desde el Norte hasta el Sur, también se muestran los puntos de control denominados por las siglas de B1, B2 y B3 para hacer referencia a las zonas de conteo vehicular.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Figura 24

Puntos de control del Corredor de N-S junto a los puntos de aforo



Nota: Identificación de puntos de control desde una vista satelital de Google Earth Pro

En la Figura 25, se muestra la ubicación del punto de aforo para la grabación con dos drones para abarcar la zona extensa de 1.4 km de largo del corredor que va desde el Sur hasta el Norte, iniciando desde ingreso a la Playa Venecia (MI 1) para comprender mejor la cantidad de vehículos que ingresa, también se muestran los puntos de control denominados por las siglas de M1, M2, M3, M4, M5 y M6 para hacer referencia a las zonas de conteo vehicular.

Figura 25

Puntos de control del Corredor de S-N junto a los puntos de aforo



Nota: Identificación de puntos de control desde una vista satelital de Google Earth Pro

4.5.2. Recolección de datos geométricos

Para la recolección de datos geométricos de la vía, se realizó mediante la app de Google Earth Pro, no obstante, la medición no es muy precisa, por ende, se procedió a realizar la medición.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Intersección de la Antigua Panamericana Sur con Av. el Sol

A continuación, se procederá detallar la toma de datos en campo para realizar el esquema de la vía en el que se muestra los giros permitidos y los cortes de las secciones transversales.

Para graficar la geometría de la Intersección que incluye la carretera, la vereda y el jardín se procedió a la toma de datos en campo, como se evidencia en la Figura 26, mediante la wincha con el fin de tener la mayor precisión posible al momento de realizar las simulaciones

Figura 26

Medición de la intersección



Nota: Medición del ancho del jardín en la Av. el Sol

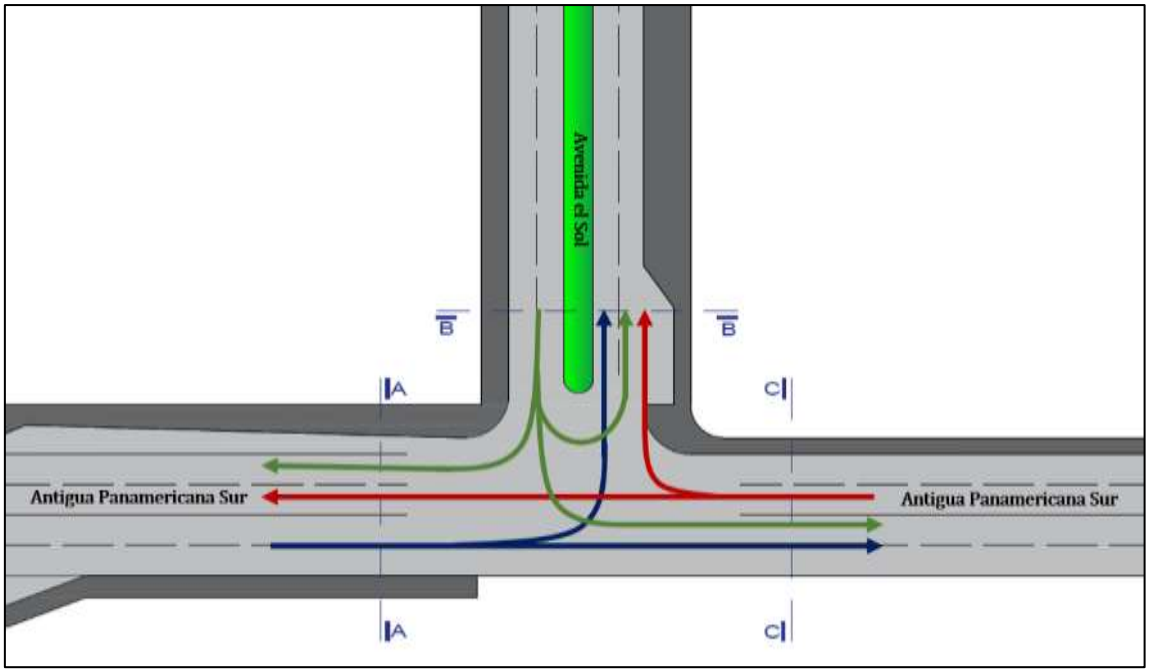
En la Figura 27, se detalla el esquema de giros permitidos graficados en AutoCAD después del análisis visual durante las grabaciones del flujo vehicular, además se visualiza la existencia de tres accesos en la Intersección de tipo T, junto a las líneas de corte transversal A, B y C.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Figura 27

Esquema de giros permitidos en la Intersección



Nota: Se muestra que la intersección de tipo T tiene con 3 accesos.

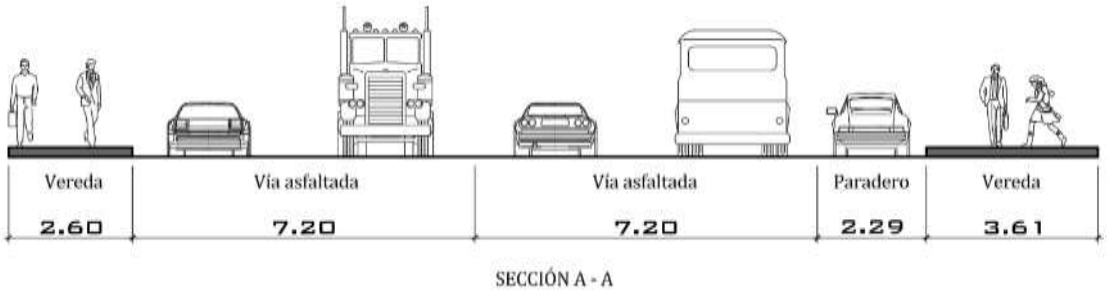
En la Figura 28, se muestra el corte transversal de la sección A – A en la antigua Panamericana Sur, para un mejor entendimiento de las medidas geométricas de la vía, se evidencian cuatro carriles distribuidos en dos en cada sentido y un carril adicional que funciona como paradero, además de la existencia de los peatones a cada lado de las veredas.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Figura 28

Corte Transversal de la sección A - A



Nota: Medidas de la vía en la sección A – A

En la Figura 29, se muestra el corte transversal de la sección B – B en la Avenida del Sol, para un mejor entendimiento de las medidas geométricas de la vía, se evidencian cuatro carriles distribuidos en dos en cada sentido y un carril adicional que funciona como paradero, aunque según la revisión de las grabaciones fue invadida por construcciones en pequeñas secciones que la inutilizan, además se ve la existencia de los peatones a cada lado de las veredas.

Figura 29

Corte Transversal de la sección B - B



Nota: Medidas de la vía en la sección B – B

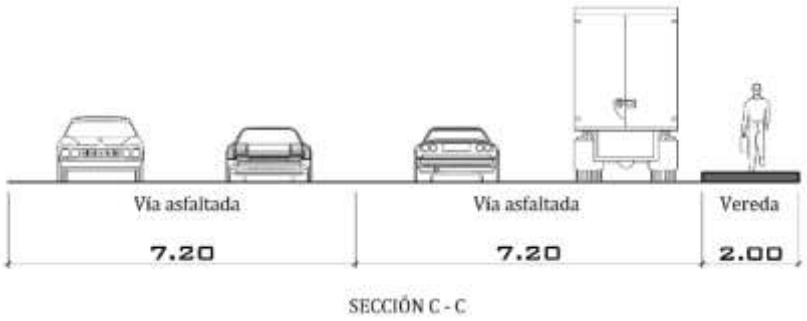
Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

En la Figura 30, se muestra el corte transversal de la sección C – C en la antigua Panamericana Sur, para un mejor entendimiento de las medidas geométricas de la vía, se evidencian cuatro carriles distribuidos en dos en cada sentido y un carril adicional que funciona como paradero, además de la existencia de los peatones.

Figura 30

Corte Transversal de la sección C - C



Nota: Medidas de la vía en la sección C - C

Corredor Prolongación Huaylas

A continuación, se procederá detallar la toma de datos en campo para realizar el esquema de la vía en el que se muestra los giros permitidos y los cortes de las secciones transversales.

Para graficar la geometría del corredor que incluye la carretera y la vereda se procedió a la toma de datos en campo, como se evidencia en la Figura 31 y 32, mediante la wincha y el distanciómetro con el fin de tener la mayor precisión posible al momento de realizar las simulaciones

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Figura 31

Medición del ancho de la vereda del corredor



Nota: La medición de la zona principal del estudio del corredor

Figura 32

Medición del ancho de la vía del ingreso a la calle Venecia



Nota: Medición con el distanciómetro

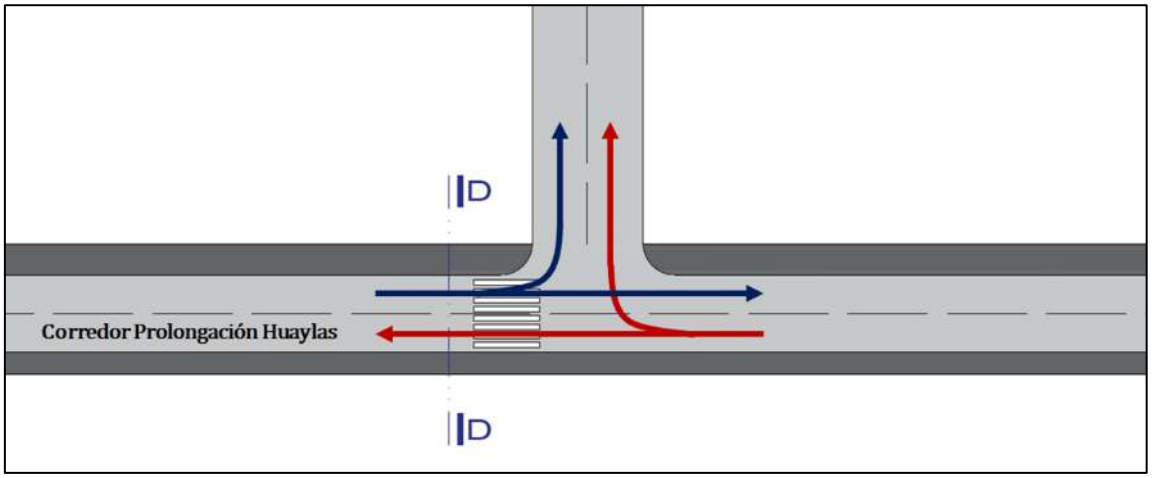
Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

En la Figura 33, se detalla el esquema de giros permitidos graficados en AutoCAD después del análisis visual durante las grabaciones del flujo vehicular, además se visualiza la existencia de dos accesos al corredor, junto a la línea de corte transversal D, que es representativa porque es la misma geometría a lo largo de la trayectoria

Figura 33

Esquema de giros permitidos en el Corredor



Nota: Se muestra que el corredor tiene 2 accesos.

En la Figura 34, se muestra el corte transversal de la sección D – D del corredor para un mejor entendimiento de las medidas geométricas de la vía, se evidencian dos carriles distribuidos en 1 carril por sentido, además de la existencia de los peatones.

Figura 34

Corte Transversal de la Sección D - D



Nota: Medidas de la vía en la sección D – D

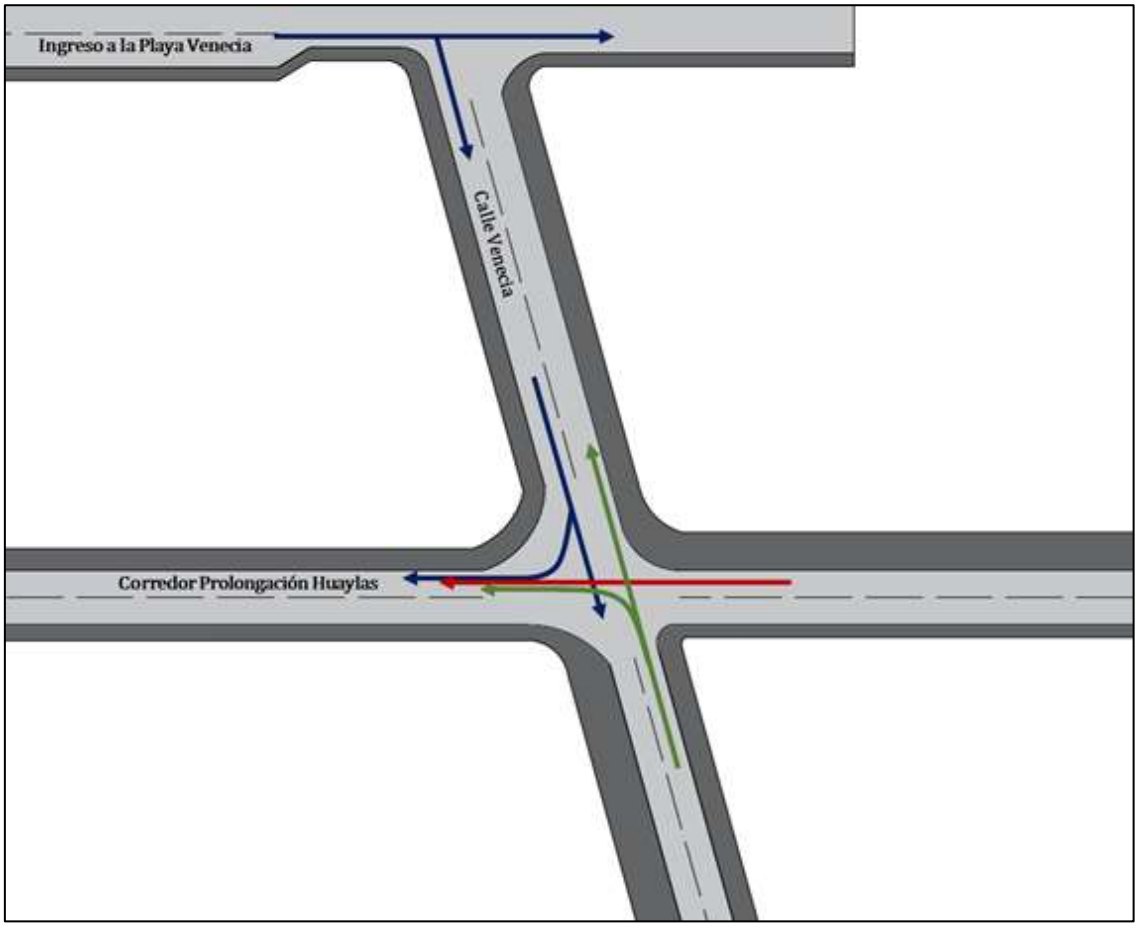
Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

En la Figura 35, se detalla el esquema de giros permitidos graficados en AutoCAD de la parte complementaria del corredor para entender la entrada y salida de vehículos después del análisis visual durante las grabaciones del flujo vehicular, además se visualiza la existencia de tres accesos de la Intersección de tipo X hacia el corredor

Figura 35

Esquema de giros permitidos en la pequeña Intersección



Nota: Se muestra que la intersección de tipo X tiene con 3 accesos para el corredor

4.5.3. Recolección de datos del flujo vehicular

Como paso inicial, sobre las horas de conteo vehicular, se utilizó la App de Google Maps (Ver Figura 36), en la opción de "Detalles de mapa", opción "Tráfico" y las vías de las carreteras se pintaron de color Verde, Amarillo, Naranja y Rojo, indicando el nivel del

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

tráfico vehicular, para el cual se realizó una evaluación durante una semana completa mediante capturas de pantalla para registrar las horas de alto flujo o congestión.

Figura 36

Nivel del tráfico vehicular en Google Maps



Nota: Se muestra las zonas de estudio con sus respectivos colores

Después teniendo la data histórica según Google, se procedió a elaborar las grabaciones presenciales en las zonas de estudios de las siguientes maneras:

Cámaras

Se utilizaron dos celulares Samsung de alta gama S23 Ultra y S24 Ultra de 512 Gb en los puntos de aforos, ubicados en el puente Supro y en la entrada de la Universidad Científica del Sur, el cual fue muy útil para tener una data histórica durante días y definir el día de mayor tráfico para elaborar el plan de vuelo con Drones DJI. El conteo vehicular en la Intersección y en el Corredor se realizaron durante 3 horas seguidas por la tarde de 3 a 6 pm durante los días lunes, miércoles, jueves, viernes y sábado.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

En la Figura 37 se aprecia el registro del flujo vehicular mediante la cámara del Samsung S23 Ultra de 512 Gb, además se ve una gran cantidad de vehículos, lo que confirma la data histórica de Google Maps.

Figura 37

Punto de Aforo para la grabación en la Intersección



Nota: Se muestra el punto de grabación encima del puente peatonal Supros

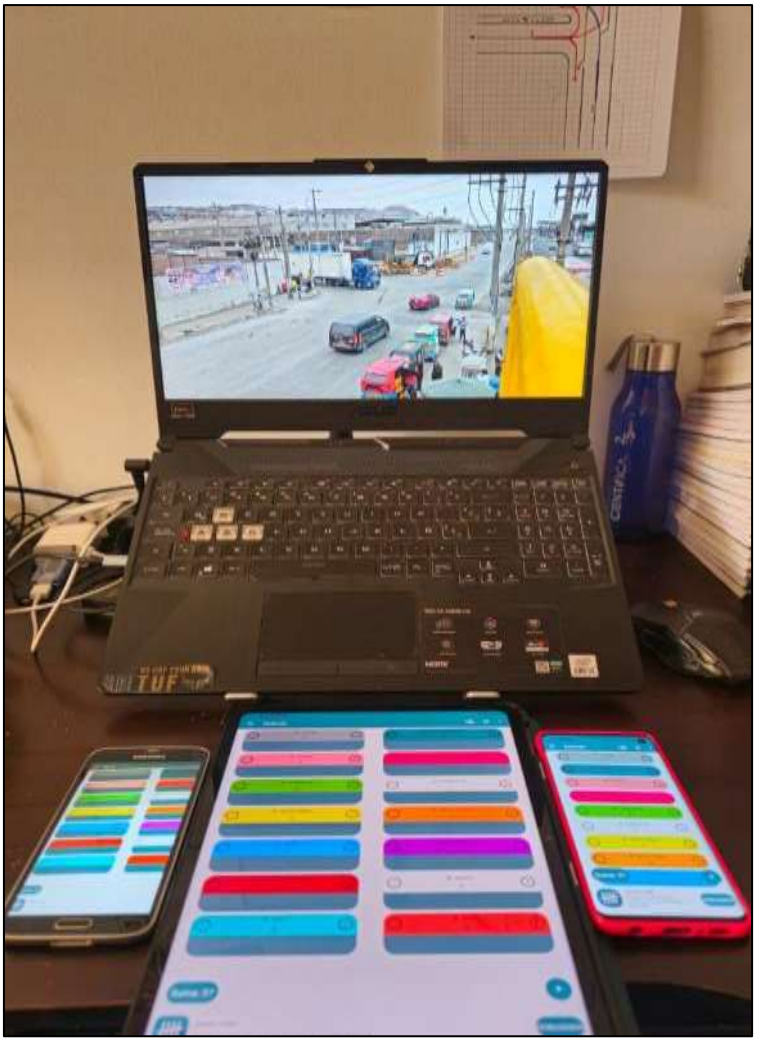
Después de la obtención de datos tanto en la ***Intersección como en el Corredor*** mediante las cámaras de celular que grabaron durante 3 horas, se procede a organizar y contar el flujo vehicular en una App "Contador" (ver Figura 38) que fue programada para que con clics se acumulen las cantidades y tipos de vehículos, luego los datos son completados en la plantilla de Excel adaptada del MTC llamado "Formato de Conteo y Clasificación Vehicular", en el que se anota el tiempo del flujo durante 15 minutos y 1 hora además del tipo de vehículo desde motos lineales hasta tráileres.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Figura 38

Conteo vehicular de la Intersección



Nota: Se evidencia la utilización de la App "Contador" en la Intersección

En la Tabla 1 y 2 se detallan los resultados resumen del conteo manual durante los cinco días de grabación con celulares de alta gama, se deduce que el día Jueves tuvo el mayor número de vehículos en conjunto. Dato que servirá más adelante para la selección del día y hora del vuelo del Dron DJI.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Tabla 1

Volumen total de vehículos en la Intersección

	NO1	NO2	NO3	Total
Lunes	2, 638	3, 056	1, 395	**7, 089**
Miércoles	2, 911	2, 625	1, 288	**6, 824**
Jueves	2, 757	2, 943	1, 401	**7, 101**
Viernes	2, 301	2, 484	1, 235	**6, 020**
Sábado	2, 219	2, 393	1, 307	**5, 782**

Nota: Número de vehículos en general en horas punta

Tabla 2

Volumen total de vehículos en el Corredor

	Norte - Sur	Sur - Norte	Total
Lunes	829	1, 126	**1, 955**
Miércoles	1, 024	1, 524	**2, 538**
Jueves	1, 315	1, 360	**2, 675**
Viernes	1, 264	1, 438	**2, 702**
Sábado	939	954	**1, 893**

Nota: Número de vehículos en general en horas punta

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

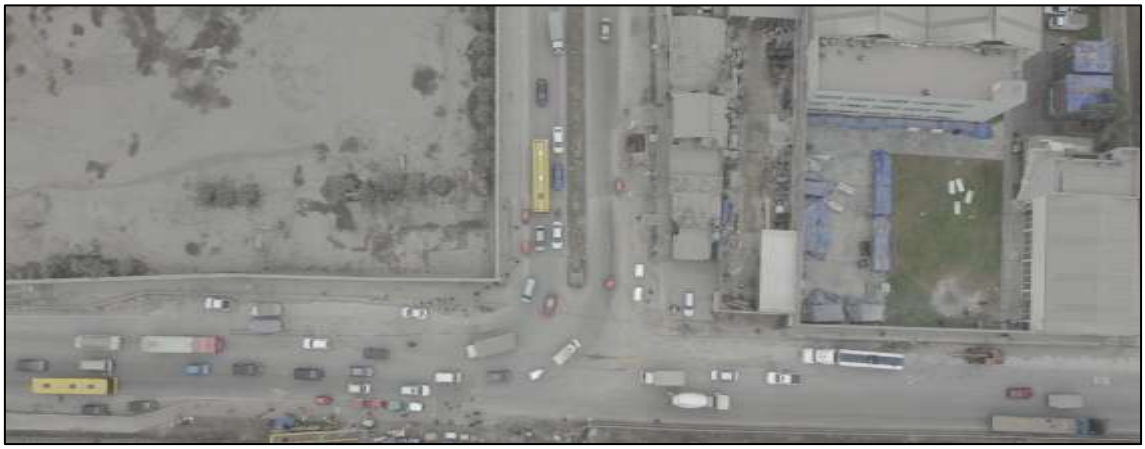
Drones DJI

Para la *grabación definitiva* una vez analizada la Tabla 1 y 2 se utilizaron dos drones de la marca DJI Air 2s y Mavic 2 Pro *con el objetivo de mapear las dos zonas de estudio* tanto la Intersección como el Corredor (longitud de 1.4 km). Esta modalidad permite tener el registro del flujo vehicular completo, permitiendo analizar los giros, las distancias, las velocidades y los tipos de vehículos que transitan.

En la Figura 39 se aprecia el punto de aforo para el registro del flujo vehicular mediante el Dron DJI Air 2s en la Intersección

Figura 39

Punto de Aforo para la grabación en la Intersección con el Dron



Nota: Se evidencia el sitio de grabación del flujo vehicular

En la Figura 40 se aprecia los puntos de aforo a una altura de 200 metros para abarcar la totalidad del Corredor mediante dos Drones DJI, Air 2S y el Mavic 2 Pro, posteriormente ambas grabaciones fueron unidas para hacer el seguimiento a los vehículos.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Figura 40

Puntos de aforo para la grabación en el Corredor con dos Drones



Nota: Se evidencia el sitio de grabación del flujo vehicular

Después de la obtención de datos tanto en la ***Intersección*** como en el ***Corredor*** mediante los Drones DJI durante 1 hora para determinar el flujo vehicular, se procede a utilizar un intervalo de 15 minutos para determinar el flujo horario y evaluar la condición más crítica de la intersección y el corredor, el cual se sustenta estrictamente en las directrices del Highway Capacity Manual (HCM 2000), en el capítulo 7: Parámetros del Flujo de Tránsito (Traffic Flow Parameters), en la página 7-1, "el volumen es el número total de vehículos que transitan por un punto durante un intervalo de tiempo menor a una hora, usualmente 15 minutos". El HCM 2000 establece que para los análisis de niveles de servicio (LOS) no debe realizarse con el volumen promedio porque los flujos vehiculares fluctúan y se ocultaría los picos de demanda.

Por ello, metodológicamente, se filmó con drones DJI durante una hora completa de máxima demanda para capturar la fluctuación real del tránsito. La Ecuación 7-2 del HCM 2000 (ver Ecuación 1), muestra el Factor de la Hora Demanda (PHF):

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Ecuación 1

Factor de la Hora Máxima Demanda (PHF)

$$PHF = \frac{V}{4 \times V_{15}}$$

Donde V es el volumen horario total y V_{15} es el volumen registrado en el periodo de 15 minutos más alto. Consecuentemente, para proyectar la condición operativa más desfavorable para calibrar y validar el modelo de microsimulación bajo una condición más tensa, para ello se utilizó la Ecuación 7-3 del HCM 2000 (ver Ecuación 2) para convertir el volumen a la tasa del flujo pico (v)

Ecuación 2

Tasa de flujo para un periodo pico de 15 min

$$v = \frac{V}{PHF} = 4 \times V_{15}$$

Este procedimiento asegura que el modelo de PTV Vissim este calibrado bajo la tasa de flujo más desfavorable de la hora punta (TRB, 2000, p. 7-1), asegurando que las propuestas sean capaces de mitigar la congestión vehicular.

Se procede a organizar y contar el flujo vehicular (ver Figura 41) en plantillas de Excel adaptadas del MTC llamado “Formato de Conteo y Clasificación Vehicular”, se anota el tiempo del flujo durante una hora y se toma los 15 minutos más críticos para multiplicarlo por 4 y obtener la tasa de flujo.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Figura 41

Conteo vehicular de las grabaciones



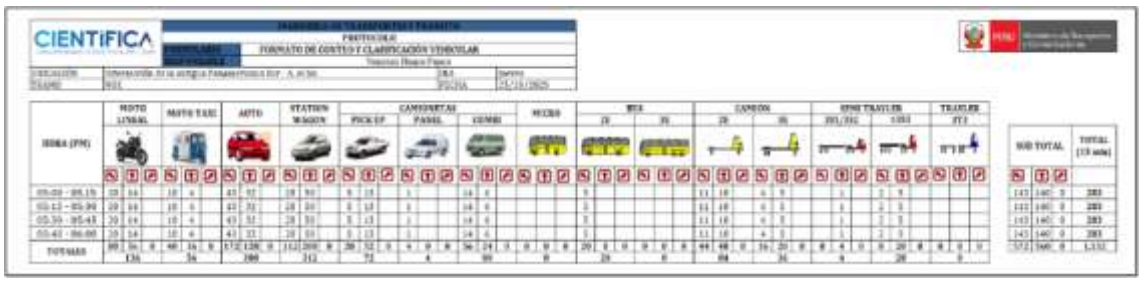
Nota: Se evidencia la unión de dos grabaciones para el conteo vehicular

A. Punto de control en la Intersección

Se procede a digitalizar la información durante 1 hora en los formatos de Clasificación Vehicular, posteriormente como se muestra en la Figura 42 hasta la Figura 44 están los datos de la tasa del flujo vehicular durante los 15 minutos más críticos a utilizar según el manual HCM 2000, para multiplicarlo x4 y obtener los datos más desfavorables para un mejor estudio de la intersección.

Figura 42

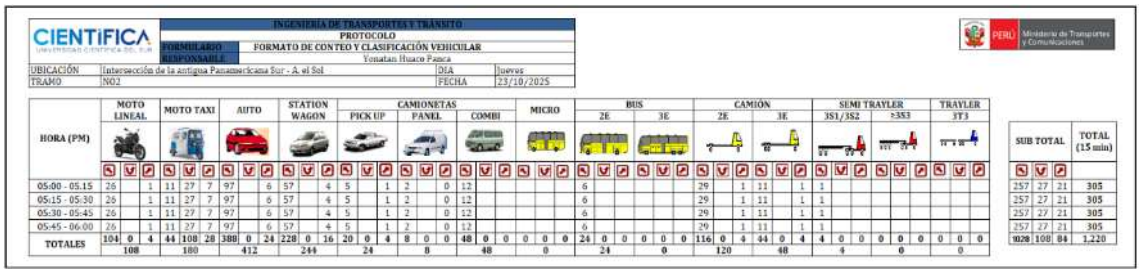
Volumen del punto de control NO1



Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Figura 43

Volumen del punto de control NO2

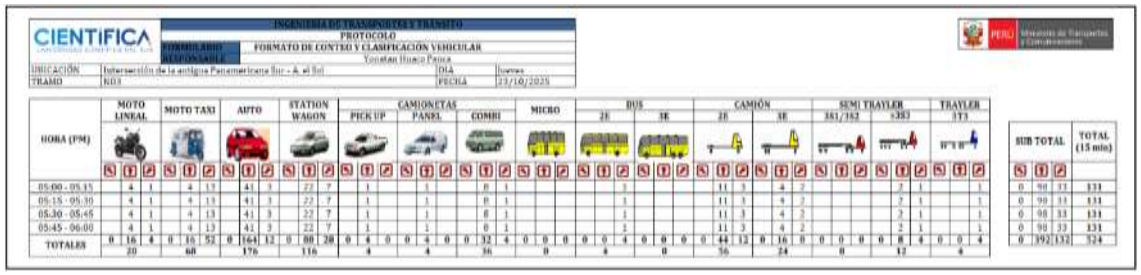


CIENTÍFICA	INGENIERÍA DE TRANSPORTES Y TRANSITO		
	PROTOCOLO		
FORMULARIO	FORMATO DE CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR		
RESPONSABLE	Yonatan Huaco Paico		
UBICACIÓN	Intersección de la antigua Panamericana Sur - A. el Sol	DÍA	Jueves
TRAMO	NO2	FECHA	23/10/2025

HORA (PM)	MOTO LINEAL			MOTO TAXI			AUTO			STATION WAGON			CAMIONETAS PICK UP			CAMIONETAS PANEL			CAMIONETAS COMBI			MICRO			BUS 2E			BUS 3E			CAMIÓN 2E			CAMIÓN 3E			SEMI TRAYLER 3S1/3S2			SEMI TRAYLER >3S3			TRAYLER 3T3			SUB TOTAL			TOTAL (15 min)
05:00 - 05.15	26		1	11	27	7	97		6	57		4	5		1	2		0	12						6						29		1	11		1	1									257	27	21	305
05:15 - 05:30	26		1	11	27	7	97		6	57		4	5		1	2		0	12						6						29		1	11		1	1									257	27	21	305
05:30 - 05:45	26		1	11	27	7	97		6	57		4	5		1	2		0	12						6						29		1	11		1	1									257	27	21	305
05:45 - 06:00	26		1	11	27	7	97		6	57		4	5		1	2		0	12						6						29		1	11		1	1									257	27	21	305
TOTALES	104	0	4	44	108	28	388	0	24	228	0	16	20	0	4	8	0	0	48	0	0	0	0	0	24	0	0	0	0	0	116	0	4	44	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1028	108	84	1,220
	108			180			412			244			24			8			48			0			24			0			120			48			4			0			0					

Figura 44

Volumen del punto de control NO3



CIENTÍFICA	INGENIERÍA DE TRANSPORTES Y TRANSITO		
	PROTOCOLO		
FORMULARIO	FORMATO DE CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR		
RESPONSABLE	Yonatan Huaco Paico		
UBICACIÓN	Intersección de la antigua Panamericana Sur - A. el Sol	DÍA	Jueves
TRAMO	NO3	FECHA	23/10/2025

HORA (PM)	MOTO LINEAL			MOTO TAXI			AUTO			STATION WAGON			CAMIONETAS PICK UP			CAMIONETAS PANEL			CAMIONETAS COMBI			MICRO			BUS 2E			BUS 3E			CAMIÓN 2E			CAMIÓN 3E			SEMI TRAYLER 3S1/3S2			SEMI TRAYLER >3S3			TRAYLER 3T3			SUB TOTAL			TOTAL (15 min)
05:00 - 05.15	4	1		4	13		41	3		22	7		1			1			8	1					1						11	3		4	2					7	1		1	0	98	33	131
05:15 - 05:30	4	1		4	13		41	3		22	7		1			1			8	1					1						11	3		4	2					7	1		1	0	98	33	131
05:30 - 05:45	4	1		4	13		41	3		22	7		1			1			8	1					1						11	3		4	2					7	1		1	0	98	33	131
05:45 - 06:00	4	1		4	13		41	3		22	7		1			1			8	1					1						11	3		4	2					7	1		1	0	98	33	131
TOTALES	0	16	4	0	16	52	0	164	12	0	88	28	0	4	0	4	0	0	32	4	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	44	12	0	16	0	0	0	0	0	8	4	0	4	0	392	132	524
	20			68			176			116			4			4			36			0			4			0			56			24			0			12			4					

B. Punto de control en el Corredor (Norte – Sur)

Se procede a digitalizar la información durante 1 hora en los formatos de Clasificación Vehicular , posteriormente como se muestra en la Figura 45 hasta la Figura 47 están los datos de la tasa del flujo vehicular durante los 15 minutos más críticos a utilizar según el manual HCM 2000, para multiplicarlo x4 y obtener los datos más desfavorables para un mejor estudio de la intersección.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Figura 45

Volumen del punto de control BE 1



CIENTIFICA	INGENIERIA DE TRANSPORTES Y TRANSITO		
	PROTOCOLO		
	FORMULARIO	FORMATO DE CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR	
	RESPONSABLE	Yonatan Huaco Ponca	
UBICACIÓN	Corredor Prolongación Huaylas entre el Rancho el Rodeo y la calle Venecia	DIA	Jueves
TRAMO	BE 1	FECHA	9/10/2025

HORA (PM)	MOTO LINEAL	MOTO TAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS PICK UP	CAMIONETAS PANEL	CAMIONETAS COMBI	MICRO	BUS 2E	CAMIÓN 2E	CAMIÓN 3E	SUB TOTAL	TOTAL (15 min)
05:00 - 05:15	4	1	35	31	7		5		2	7	2	0 94 0	94
05:15 - 05:30	4	1	35	31	7		5		2	7	2	0 94 0	94
05:30 - 05:45	4	1	35	31	7		5		2	7	2	0 94 0	94
05:45 - 06:00	4	1	35	31	7		5		2	7	2	0 94 0	94
TOTALES	0 16 0	0 4 0	0 140 0	0 124 0	0 28 0	0 0 0	0 20 0	0 0 0	0 8 0	0 28 0	0 8 0	0 376 0	376
	16	4	140	124	28	0	20	0	8	28	8		

Figura 46

Volumen del punto de control BE 2



CIENTIFICA	INGENIERIA DE TRANSPORTES Y TRANSITO		
	PROTOCOLO		
	FORMULARIO	FORMATO DE CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR	
	RESPONSABLE	Yonatan Huaco Ponca	
UBICACIÓN	Corredor Prolongación Huaylas entre el Rancho el Rodeo y la calle Venecia	DIA	Jueves
TRAMO	BE 2	FECHA	9/10/2025

HORA (PM)	MOTO LINEAL	MOTO TAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS PICK UP	CAMIONETAS PANEL	CAMIONETAS COMBI	MICRO	BUS 2E	CAMIÓN 2E	CAMIÓN 3E	SUB TOTAL	TOTAL (15 min)
05:00 - 05:15	4	1 4 16	5 20	7	1 4		1 1		7	1	11 88 0	94	
05:15 - 05:30	4	1 4 16	5 20	7	1 4		1 1		7	1	11 88 0	94	
05:30 - 05:45	4	1 4 16	5 20	7	1 4		1 1		7	1	11 88 0	94	
05:45 - 06:00	4	1 4 16	5 20	7	1 4		1 1		7	1	11 88 0	94	
TOTALES	0 16 0	0 4 0	16 124 0	20 104 0	0 28 0	0 0 0	4 16 0	0 0 0	4 4 0	0 28 0	0 8 0	44 352 0	376
	16	4	140	124	28	0	20	0	8	28	8		

Figura 47

Volumen del punto de control BE 3



CIENTIFICA	INGENIERIA DE TRANSPORTES Y TRANSITO		
	PROTOCOLO		
	FORMULARIO	FORMATO DE CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR	
	RESPONSABLE	Yonatan Huaco Ponca	
UBICACIÓN	Corredor Prolongación Huaylas entre el Rancho el Rodeo y la calle Venecia	DIA	Jueves
TRAMO	BE 3	FECHA	9/10/2025

HORA (PM)	MOTO LINEAL	MOTO TAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS PICK UP	CAMIONETAS PANEL	CAMIONETAS COMBI	MICRO	BUS 2E	CAMIÓN 2E	CAMIÓN 3E	SUB TOTAL	TOTAL (15 min)
05:00 - 05:15	2 1 1	1	5 18 8 6	17 4 3 3 1			1 3		1	6 1	1 1	24 44 15	83
05:15 - 05:30	2 1 1	1	5 18 8 6	17 4 3 3 1			1 3		1	6 1	1 1	24 44 15	83
05:30 - 05:45	2 1 1	1	5 18 8 6	17 4 3 3 1			1 3		1	6 1	1 1	24 44 15	83
05:45 - 06:00	2 1 1	1	5 18 8 6	17 4 3 3 1			1 3		1	6 1	1 1	24 44 15	83
TOTALES	8 4 4	0 4 0	20 72 32	24 68 16	12 12 4	0 0 0	4 12 0	0 0 0	0 0 4	24 4 0	4 4 0	96 176 60	332
	16	4	124	108	28	0	16	0	4	28	8		

C. Punto de control en el Corredor (Sur – Norte)

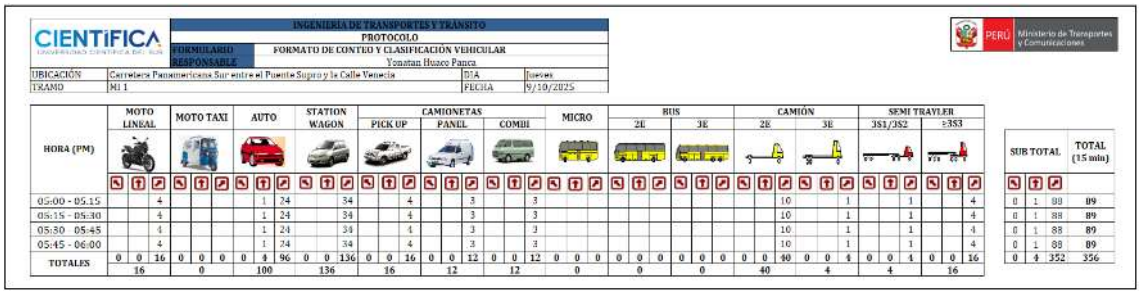
Se procede a digitalizar la información durante 1 hora en los formatos de Clasificación Vehicular, posteriormente como se muestra en la Figura 48 hasta la Figura

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

53 están los datos de la tasa del flujo vehicular durante los 15 minutos más críticos a utilizar según el manual HCM 2000, para multiplicarlo x4 y obtener los datos más desfavorables para un mejor estudio de la intersección.

Figura 48

Volumen del punto de control MI 1

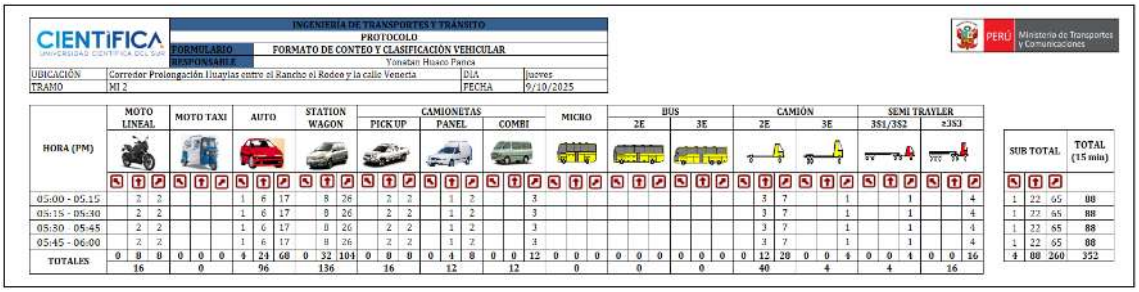


INGENIERÍA DE TRANSPORTES Y TRANSITO
PROTOCOLO
FORMULARIO: FORMATO DE CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR
RESPONSABLE: Yonatan Huaco Panca
UBICACIÓN: Carretera Panamericana Sur entre el Puente Supro y la Calle Venecia — DÍA: Jueves
TRAMO: MI 1 — FECHA: 9/10/2025

HORA (PM)	MOTO LINEAL	MOTO TAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS: PICK UP	CAMIONETAS: PANEL	CAMIONETAS: COMBI	MICRO	BUS: 2E	BUS: 3E	CAMIÓN: 2E	CAMIÓN: 3E	SEMI TRAYLER: 3S1/3S2	SEMI TRAYLER: ≥3S3	SUB TOTAL	TOTAL (15 min)
05:00 - 05:15	4		1	24	4	3	3				10	1	1	4	0 1 88	89
05:15 - 05:30	4		1	24	4	3	3				10	1	1	4	0 1 88	89
05:30 - 05:45	4		1	24	4	3	3				10	1	1	4	0 1 88	89
05:45 - 06:00	4		1	24	4	3	3				10	1	1	4	0 1 88	89
TOTALES	16	0	4	96	16	12	12	0	0	0	40	4	4	16	0 4 352	356

Figura 49

Volumen del punto de control MI 2



INGENIERÍA DE TRANSPORTES Y TRANSITO
PROTOCOLO
FORMULARIO: FORMATO DE CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR
RESPONSABLE: Yonatan Huaco Panca
UBICACIÓN: Corredor Prolongación Huaylas entre el Rancho el Rodeo y la calle Venecia — DÍA: Jueves
TRAMO: MI 2 — FECHA: 9/10/2025

HORA (PM)	MOTO LINEAL	MOTO TAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS: PICK UP	CAMIONETAS: PANEL	CAMIONETAS: COMBI	MICRO	BUS: 2E	BUS: 3E	CAMIÓN: 2E	CAMIÓN: 3E	SEMI TRAYLER: 3S1/3S2	SEMI TRAYLER: ≥3S3	SUB TOTAL	TOTAL (15 min)
05:00 - 05:15	2 2		1 6 17	8 26	2 2	1 2	3				3 7	1	1	4	1 22 65	88
05:15 - 05:30	2 2		1 6 17	8 26	2 2	1 2	3				3 7	1	1	4	1 22 65	88
05:30 - 05:45	2 2		1 6 17	8 26	2 2	1 2	3				3 7	1	1	4	1 22 65	88
05:45 - 06:00	2 2		1 6 17	8 26	2 2	1 2	3				3 7	1	1	4	1 22 65	88
TOTALES	8 8	0 0 0	4 24 68	32 104	8 8	4 8	12	0	0	0	12 28	4	4	16	4 88 260	352

Figura 50

Volumen del punto de control MI 3



INGENIERÍA DE TRANSPORTES
PROTOCOLO
FORMULARIO: FORMATO DE CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR
RESPONSABLE: Yonatan Huaco Panca
UBICACIÓN: Corredor Prolongación Huaylas entre el Rancho el Rodeo y la calle Venecia — DÍA: Jueves
SENTIDO: MI 3 — FECHA: 9/10/2025

HORA (PM)	MOTO LINEAL	MOTO TAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS: PICK UP	CAMIONETAS: PANEL	CAMIONETAS: COMBI	MICRO	BUS: 2E	CAMIÓN: 2E	CAMIÓN: 3E	SEMI TRAYLER: 3S1/3S2	SEMI TRAYLER: ≥3S3	TRAYLER: 3T3	TOTAL (15 min)
05:00 - 05:15			1	1			1								3
05:15 - 05:30			1	1			1								3
05:30 - 05:45			1	1			1								3
05:45 - 06:00			1	1			1								3
TOTAL	0	0	4	4	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	12

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Figura 51

Volumen del punto de control MI 4

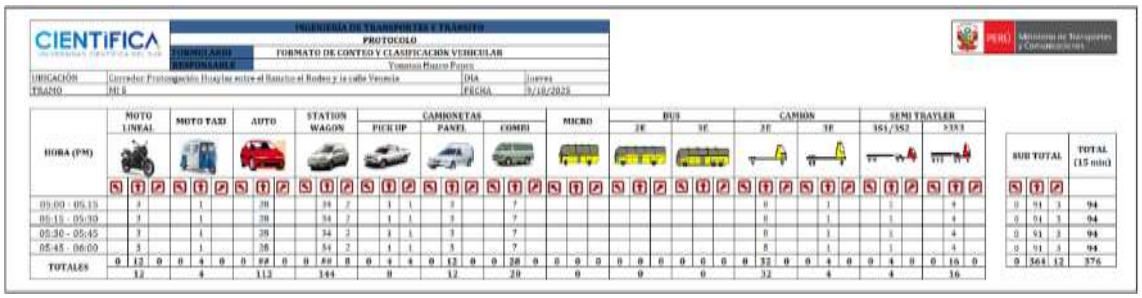


CIENTÍFICA	INGENIERÍA DE TRANSPORTES																	
	PROTOCOLO																	
	FORMULARIO	FORMATO DE CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR																
	RESPONSABLE	Yonatan Huaco Perez																
UBICACIÓN	Corredor Prolongación Huaylas entre el Rancho el Rodeo y la calle Venecia											DÍA	Jueves					
SENTIDO	MI 4											FECHA	9/10/2025					

HORA (PM)	MOTO LINEAL	MOTO TAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS	CAMION		SEMI TRAYLER		TRAYLER	TOTAL (15 min)
					PICK UP	PANEL	COMBI		2E	2E	3E	2S1/2S2	>2S3	2T3	
05:00 - 05:15	7	1	9	9		1	3			1					26
05:15 - 05:30	7	1	9	9		1	3			1					26
05:30 - 05:45	7	1	9	9		1	3			1					26
05:45 - 06:00	7	1	9	9		1	3			1					26
05:45 - 06:00	28	4	36	36	0	4	12	0	0	4	0	0	0	0	104

Figura 52

Volumen del punto de control MI 5



CIENTÍFICA	INGENIERÍA DE TRANSPORTES Y TRANSITO																	
	PROTOCOLO																	
	FORMULARIO	FORMATO DE CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR																
	RESPONSABLE	Yonatan Huaco Perez																
UBICACIÓN	Corredor Prolongación Huaylas entre el Rancho el Rodeo y la calle Venecia											DÍA	Jueves					
TRAMO	MI 5											FECHA	9/10/2025					

HORA (PM)	MOTO LINEAL	MOTO TAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION		SEMI TRAYLER		SUB TOTAL	TOTAL (15 min)
					PICK UP	PANEL	COMBI		2E	3E	2E	3E	2S1/2S2	>2S3		
05:00 - 05:15	3	1	28	34	1	1	7				0	1	1	4	91	94
05:15 - 05:30	3	1	28	34	1	1	7				0	1	1	4	91	94
05:30 - 05:45	3	1	28	34	1	1	7				0	1	1	4	91	94
05:45 - 06:00	3	1	28	34	1	1	7				0	1	1	4	91	94
TOTALES	12	4	112	136	4	4	28	0	0	0	32	4	4	16	364	376

Figura 53

Volumen del punto de control MI 6



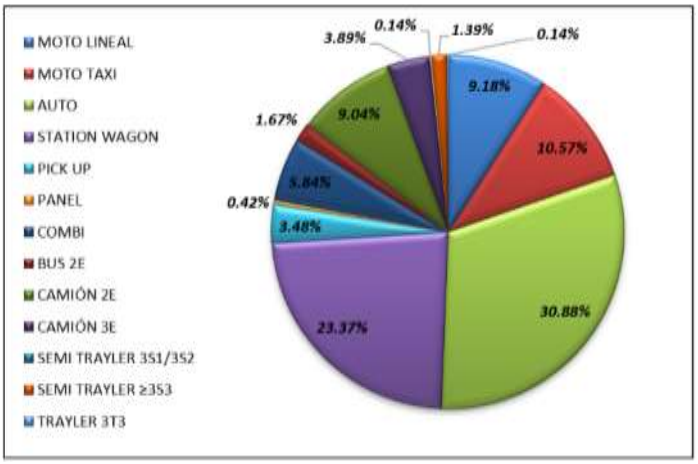
Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

A continuación, en la Figura 54 y 55 se muestra los resultados de la tasa de flujo tras analizar los datos obtenidos del conteo vehicular en la intersección y en el corredor.

Figura 54

Cuadro resumen de la tasa de flujo de la Intersección

Proporción vehicular en Hora Pico		
Categoría	**Total (und)**	**Total (%)**
MOTO LINEAL	264	9.18
MOTO TAXI	304	10.57
AUTO	888	30.88
STATION WAGON	672	23.37
PICK UP	100	3.48
PANEL	12	0.42
COMBI	168	5.84
BUS 2E	48	1.67
CAMIÓN 2E	260	9.04
CAMIÓN 3E	112	3.89
SEMI TRAYLER 3S1/3S2	4	0.14
SEMI TRAYLER ≥3S3	40	1.39
TRAYLER 3T3	4	0.14
Total	**2,876**	**100.00**



Nota: Proporción vehicular de la hora pico para la simulación

El análisis de la composición de la tasa de flujo es de 2,876 vehículos por hora, evidenciando un parque automotor altamente heterogéneo, dominada por vehículos ligeros donde los autos (30.88%) y station wagon (23.37%) representan en conjunto un a tasa de 1,560 veh/h (54.25%) del total. A esa carga se le añade una tasa de vehículos menores que alcanzan las 568 veh/h (19.75%) repartidas entre mototaxis y (10.57%) y motos lineales (9.18%) incrementando la fricción interna. Finalmente está el transporte público (7.51%) y una significativa presencia de vehículos pesados (14.60%) reduciendo severamente la capacidad vial debido a los giros que realizan.

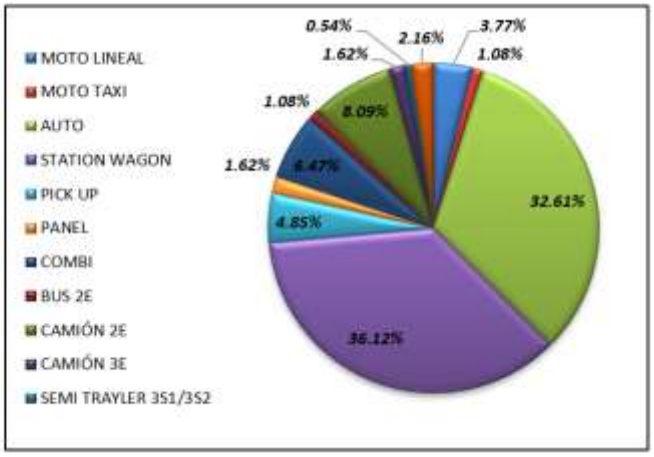
Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Figura 55

Cuadro resumen de la tasa de flujo en el Corredor

Proporción vehicular en Hora Pico		
Categoria	**Total (und)**	**Total (%)**
MOTO LINEAL	28	3.77
MOTO TAXI	8	1.08
AUTO	242	32.61
STATION WAGON	268	36.12
PICK UP	36	4.85
PANEL	12	1.62
COMBI	48	6.47
BUS 2E	8	1.08
CAMIÓN 2E	60	8.09
CAMIÓN 3E	12	1.62
SEMI TRAYLER 3S1/3S2	4	0.54
SEMI TRAYLER ≥3S3	16	2.16
Total	**742**	**100.00**



Nota: Proporción vehicular de la hora pico para la simulación

El análisis de la demanda en el corredor registra una tasa de flujo de 742 vehículos por hora durante el intervalo más crítico, evidenciando un flujo altamente heterogéneo. El flujo longitudinal se encuentra dominado por vehículos ligeros donde los autos (32.61%) y station wagon (36.12%) acumulan el 68.73% del total. A esa carga se le añade una tasa de vehículos menores de 4.85% (mototaxis y motos lineales). Finalmente, el transporte público (7.55%) junto a los vehículos pesados (12.43%) reduce la capacidad vial por las bajas velocidades.

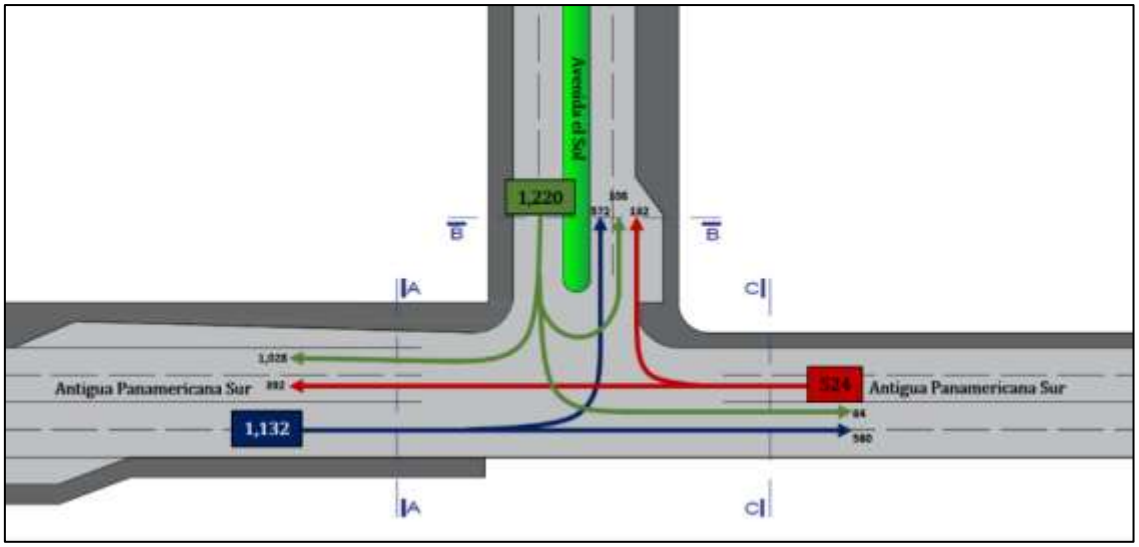
Posteriormente en la Figura 56 y 57, se observa las rutas y el número de vehículos que ingresan a la zona de estudio dentro de la hora de máxima demanda, es decir estos datos servirán como parámetros en entrada en el análisis.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Figura 56

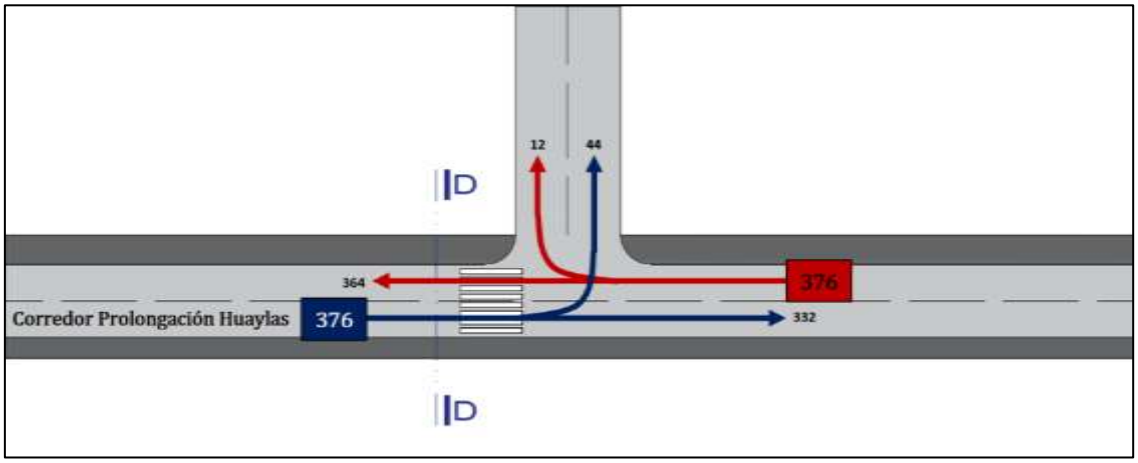
Flujograma vehicular de la Intersección



Nota: Distribución vehicular en la hora pico

Figura 57

Flujograma vehicular del Corredor



Nota: Distribución vehicular en la hora pico

4.5.4. Proyección vehicular en un periodo de 10 años

Para efectuar el análisis de las propuestas de mejora, se iniciará el plan de proyección de 10 años para los volúmenes vehiculares, con el fin de prever

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

inconvenientes y obtener el máximo beneficio. Para calcular el tránsito a futuro, se utilizará la formula del Manual del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2014).

Ecuación 3

Proyección del tráfico

$$Tn = To(1 + r)^{n-1}$$

Donde:

Tn = Tránsito proyectado al año "n" en Vehíc. /día

To = Tránsito actual (año base) en Vehíc. /día

n = Año de proyección

r = Tasa anual de crecimiento del tránsito (INEI)

Según el manual del 2014, el crecimiento vehicular anual se correlaciona con el crecimiento social económico, por ello se hará la proyección en la Intersección y en el Corredor. Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), la tasa de crecimiento en el mes de agosto del 2025 para vehículos ligeros fue de 5.1% y pesados 3.8% por las garitas peaje del país.

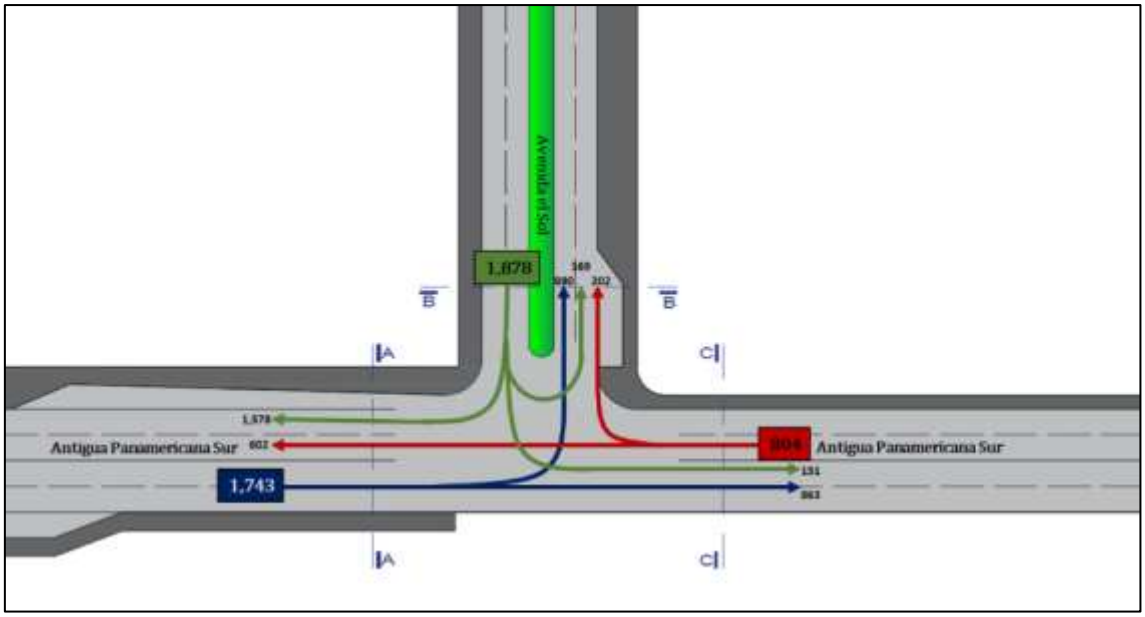
En la Figura 58 y 59, se observa las rutas y el número de vehículos proyectados para el año 2025 que ingresan a la zona de estudio dentro de la hora de máxima demanda (5pm – 6pm), es decir estos datos servirán como parámetros en entrada en el análisis.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Figura 58

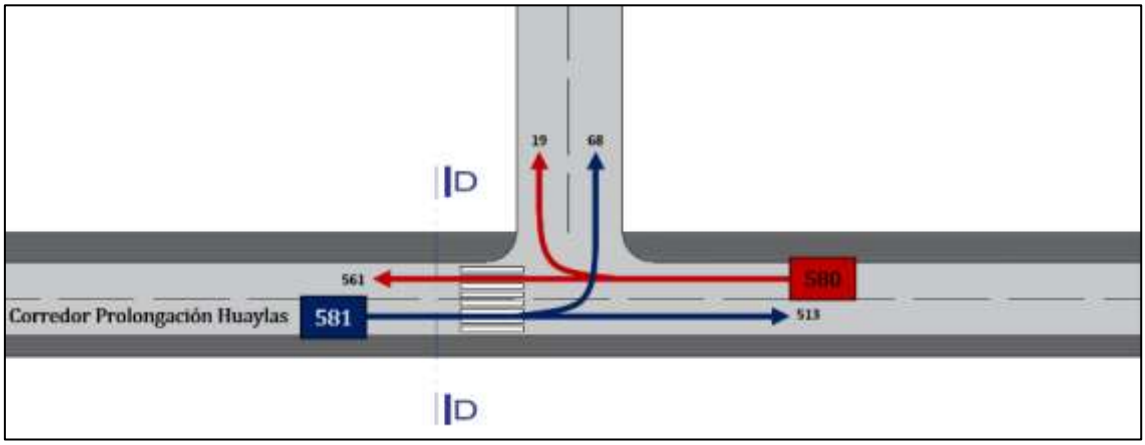
Flujograma vehicular proyectado de la Intersección para el año 2035



Nota: Distribución vehicular en la hora pico

Figura 59

Flujograma vehicular proyectado del Corredor para el año 2035



Nota: Distribución vehicular en la hora pico

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

4.6. Alcances y limitaciones

4.6.1. Alcance

Tipo de estudio. La investigación es principalmente descriptiva. Porque "únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refiere" (Hernández Sampieri, 2014). Se busca describir las condiciones actuales del flujo vehicular en la Intersección de la carretera Antigua Panamericana Sur - Av. el Sol y el corredor Prolongación Huaylas entre el Rancho el Rodeo y la calle Venecia, que están dirigidos a estudiantes, peatones y conductores, enfocándose en el tráfico de hora pico y la dinámica peatonal cuantificando parámetros como el volumen de tráfico, longitudes de cola, demoras y nivel de servicio (LOS) utilizando PTV VISSIM. Además, tiene un componente aplicado, ya que propone intervenciones prácticas (por ejemplo, implementación de semáforos, reconfiguraciones de carriles, infraestructura peatonal) para mejorar la movilidad, basándose en simulaciones para probar soluciones.

Alcance geográfico: El estudio se limita a la Intersección de la carretera Antigua Panamericana Sur - Av. el Sol y el corredor Prolongación Huaylas entre el Rancho el Rodeo y la calle Venecia en Villa el Salvador, Lima, Perú (Ver Figura 60). Estos nodos son cruciales debido a su función de conexión entre zonas residenciales, comerciales e industriales, como se menciona en las justificaciones.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Figura 60

Área de estudio y simulación



Nota: Elaboración propia en Google Earth Pro (2025)

4.6.2. Limitaciones del estudio

a. Disponibilidad de datos

El estudio no puede recopilar datos de tráfico durante todo el día ni el año debido a la limitación de tiempo y recursos. En su lugar, recopilaremos datos durante las horas punta durante 5 días, como en el estudio SJM (Ramos Quispe y Sáenz Astete, 2024). Sin embargo, si los datos son incompletos o de baja calidad, reduce la robustez estadística y aumenta el riesgo de conclusiones erróneas. En un estudio con Vissim, los datos insuficientes podrían llevar a calibraciones inadecuadas del modelo, invalidando predicciones sobre congestión. Para comprobar la precisión, calibraremos el modelo VISSIM con herramientas como GEH para que coincida con los datos del mundo real. La limitación presentada si puede superarse en un futuro estudio recolectando información en más horarios, como horas pico, valle y nocturnas, para capturar variaciones diarias y estacionales. También se pueden integrar fuentes diversas, como datos abiertos de la Municipalidad o plataformas de GPS.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

b. Simulación perfecta

VISSIM no puede copiar todas las acciones de conductores porque simplifica ciertos comportamientos. Y esas limitaciones inherentes a Vissim, como la simplificación de comportamientos del conductor, pueden generar resultados que no capturan la complejidad real. Si la calibración no es precisa, los outputs simulan escenarios ideales en lugar de reales, reduciendo la precisión de las inferencias causales. Por ello se ajustará el modelo utilizando observaciones reales y probaremos diferentes configuraciones, como en la ciudad de Puno (Cruz, 2024). Para validar, compararemos los resultados del modelo, como las demoras en el tráfico, con los datos reales, asegurándonos de que los errores sean mínimos.

Las simplificaciones de Vissim se pueden abordar en futuros estudios, calibrando el modelo con datos de campo validados, ajustando parámetros como tiempos de reacción o distancias de seguridad. Incluir variables externas (clima, eventos imprevistos, etc) y validar resultados con datos reales o simulaciones complementarias (Sumo, Aimsun, Synchro, Sidra, Corsim, entre otros) aumentando el realismo. Estas mejoras incrementan la validez interna al hacer las simulaciones más precisas y la validez externa al adaptarlas a diversos contextos.

c. Restricción de alcance geográfico

Solo se estudiará 2 escenarios, la intersección y el corredor, no toda la red vial de Villa el Salvador, lo cual podría afectar los resultados. En principio, no afecta directamente la validez interna si el modelo es consistente dentro del área estudiada. Sin embargo, si la restricción ignora interacciones con áreas adyacentes, puede distorsionar los resultados locales, introduciendo errores de omisión.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Estimaremos el tráfico vial cercano utilizando datos de la ciudad, como en Asunción (Ávila Bogarín, 2023), y diseñaremos soluciones que puedan funcionar en otros lugares. La limitación geográfica puede mitigarse en futuras investigaciones, expandiendo el estudio a múltiples áreas y usando herramientas como GIS para modelar interacciones entre regiones y la implementación de más drones que cubran toda el área.

d. Viabilidad de implementación

La tesis no puede garantizar la implementación de las intervenciones propuestas, como los dispositivos de control de tránsito o la ampliación de carriles, ya que estas dependen del financiamiento municipal y de prioridades políticas ajenas al investigador. Indirectamente, si la implementación no es viable, los resultados teóricos podrían no ser probados en el mundo real.

La limitación puede ser abordada para mejorar la viabilidad, integrando el análisis de costo-beneficio desde el diseño del estudio. Simular escenarios alternativos en Vissim con diferentes niveles de inversión y realizar pruebas piloto a pequeña escala asegura soluciones prácticas.

4.7. Construcción del Modelo

Como parte de la metodología, se procede a construir el modelo con el software Vissim, para ello se ingresará el aforo vehicular proyectado al 2035 obtenido luego de aplicarle la fórmula del MTC 2014, la geometría de las zonas a evaluar, los tiempos de viaje, los ciclos semafóricos, las distancias, entre otros datos.

4.7.1. Imagen de Fondo

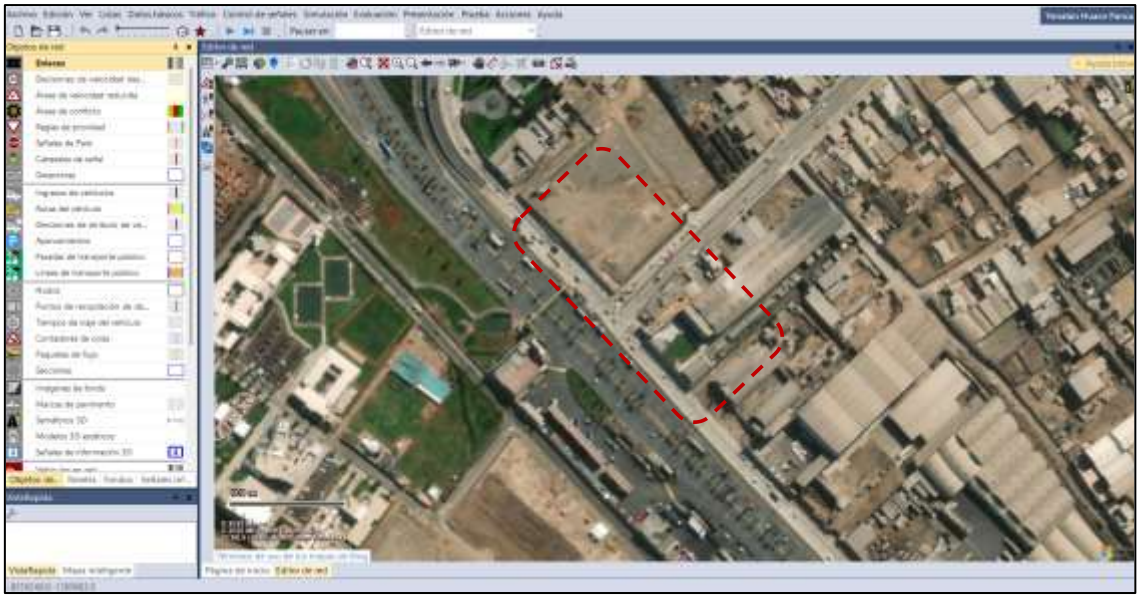
Para comenzar a crear el modelo en el Software Vissim, se debe insertar la imagen de fondo o mapa para comenzar a dibujar, en este caso se utilizará el mapa del programa debido a la extensión de las muestras tal como se muestra en la Figura 61 y 62

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Figura 61

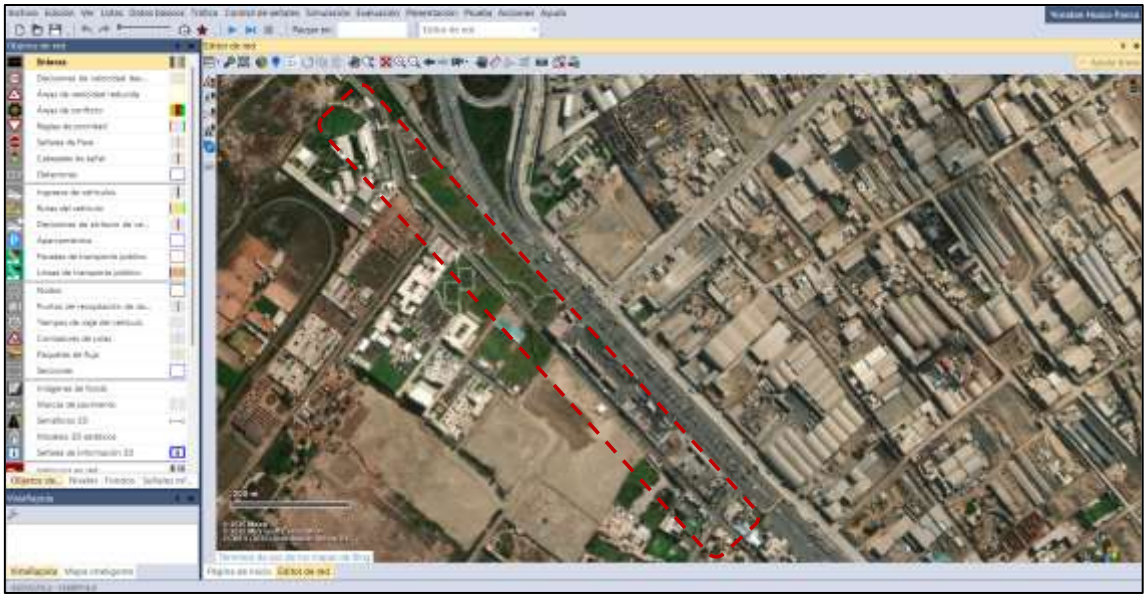
Mapa de la Intersección georreferenciado de PTV Vissim



Nota: área del proyecto

Figura 62

Mapa del corredor georreferenciado de PTV Vissim



Nota: área del proyecto

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

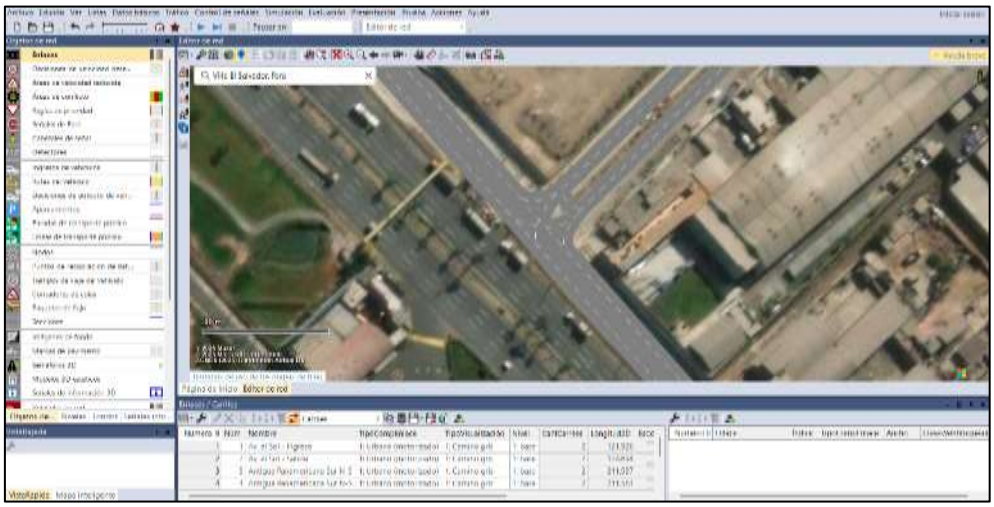
TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

4.7.2. Link y conectores

Los links y conectores, representan las vías que existen en las zonas de estudio tanto en la Intersección como en el Corredor, ingresando los datos geométricos de la vía, tal como se muestra en la Figura 63 y 64.

Figura 63

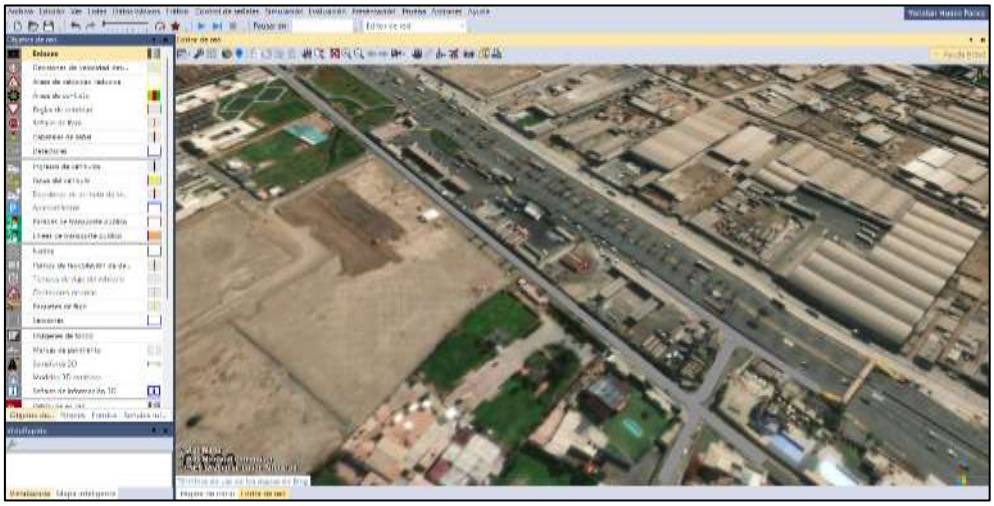
Creación de links y conectores en la Intersección



Nota: Creación de los links con los datos geométricos de las vías

Figura 64

Creación de links y conectores en el Corredor



Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

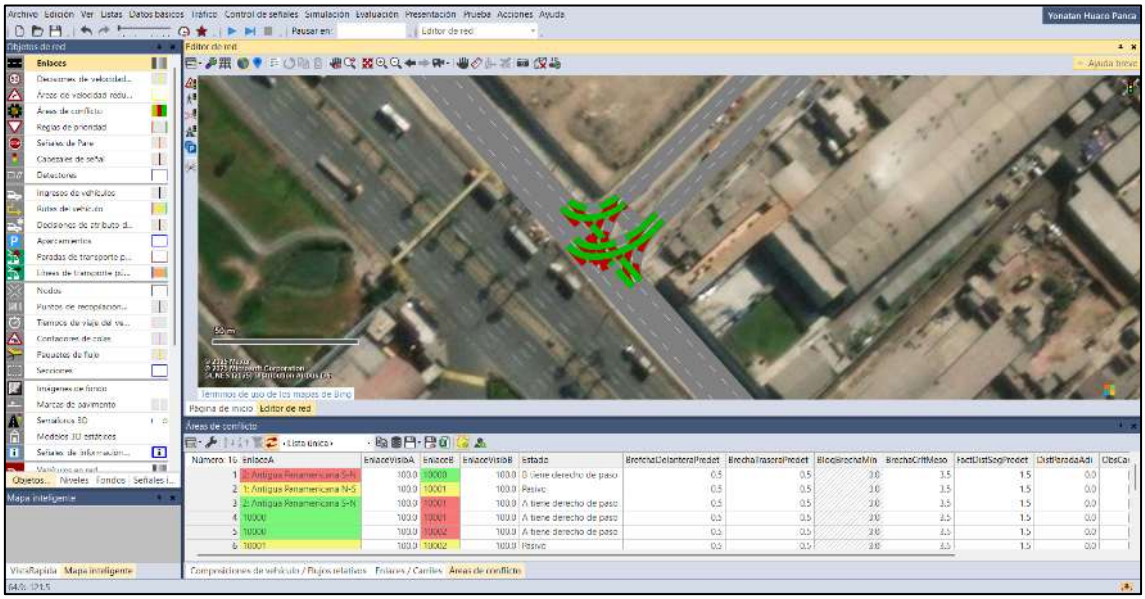
Nota: Creación de los links con los datos geométricos de las vías

4.7.3. Áreas de conflicto

Esta herramienta es muy útil para identificar los conflictos de la vía, específicamente en los conectores. En la Figura 65 y 66 se evidencian estas zonas conflictivas y para resolver ello se elige la vía principal como prioridad para eliminar el conflicto, volviéndolo verde.

Figura 65

Áreas de conflicto en la Intersección



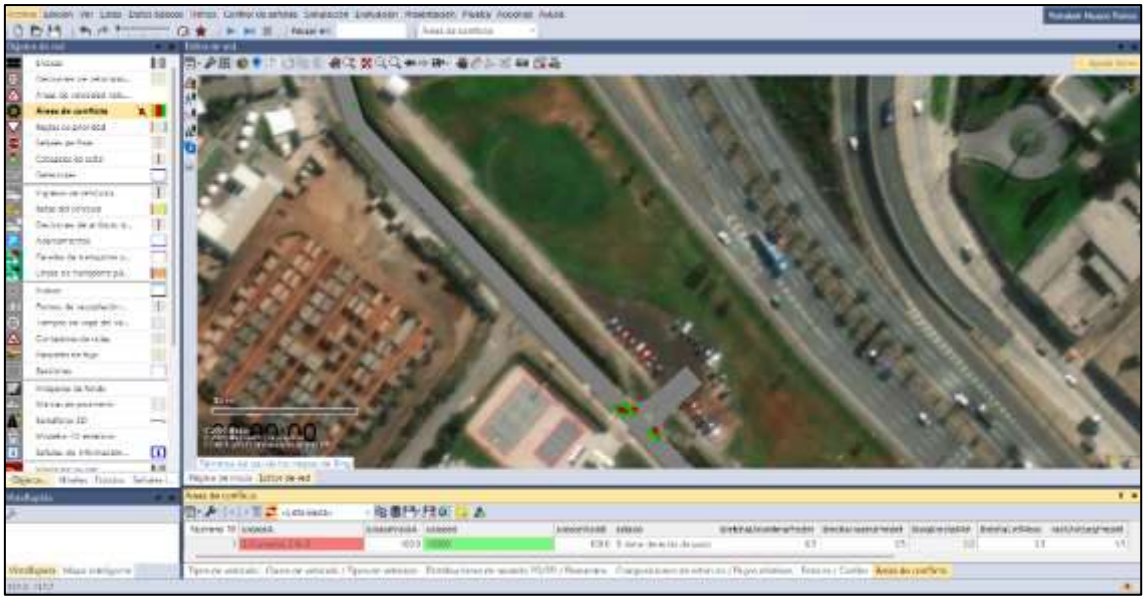
Nota: Se muestra que el conector verde tiene prioridad de avance en la ruta sin disminuir su velocidad y el color rojo cede el paso y reduce su velocidad.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Figura 66

Áreas de conflicto en el Corredor



Nota: Se muestra que el conector verde tiene prioridad de avance en la ruta

4.7.4. Composición Vehicular

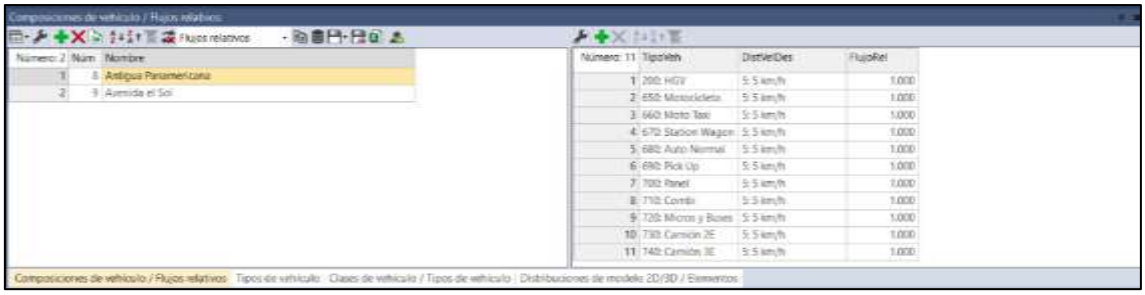
Para ingresar la composición en la Intersección y en el Corredor, nos dirigimos a la barra del menú – trafico-composición vehicular. Este comando permite el ingreso del tipo, velocidad y volumen de vehículos.

En la Figura 67 y 68 se definen los tipos de vehículos en Vissim, con el fin de tener la mayor precisión posible, posteriormente se asignaron los tipos de vehículos a cada vía creada.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Figura 67

Composición vehicular en la Intersección



Nota: Creación de la composición según la creación de las vías

Figura 68

Composición vehicular en el Corredor



Nota: Creación de la composición según el nombre de las vías

Para definir las velocidades en el programa, ver la Tabla 3, en el que se muestra los datos calculados tanto en la Intersección como en el Corredor. Para ello se efectuó un total de 80 muestras en cada acceso de manera aleatoria desde vehículos menores a grandes, trazando las distancias en AutoCAD y midiendo los tiempos para obtener las velocidades en km/h en un rango para darle al programa una cierta holgura porque esos datos cambian con el tiempo.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Tabla 3

Velocidades de cada acceso

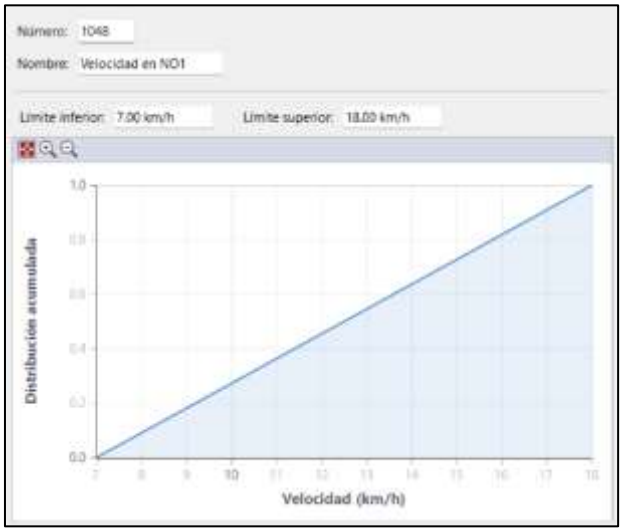
Vía	Acceso	Velocidad
Intersección	NO1	7 km/h a 18 km/h
	NO2	7 km/h a 18 km/h
	NO3	9 km/h a 19 km/h
Corredor N-S	B1-B3	25 km/h a 35 km/h
Corredor S-N	M1-M4	9 km/h a 19 km/h
	M5-M6	9 km/h a 19 km/h

Nota: Se muestran las velocidades en un rango según la evaluación de los vehículos

En la Figura 69 y 70, insertamos las velocidades de cada acceso en un rango.

Figura 69

Creación de velocidad en la Intersección

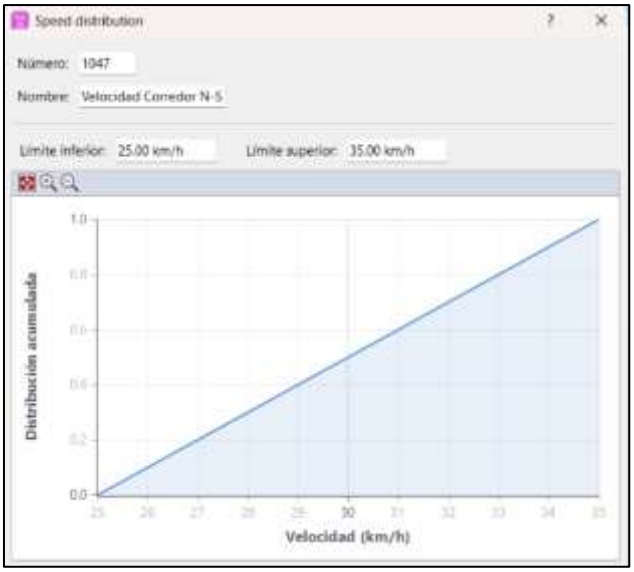


Nota: Se muestran las velocidades en un rango según la evaluación de los vehículos

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Figura 70

Creación de velocidades en el Corredor

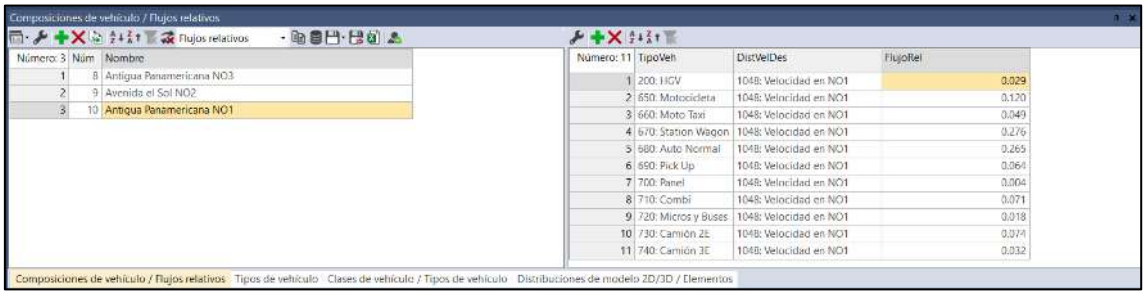


Nota: Se muestran las velocidades en un rango según la evaluación de los vehículos

En la Figura 71 y 72, se muestra la opción de Flujos Relativos para asignar los porcentajes totales para cada tipo de vehículo que circulará por el acceso, en el que la suma debe ser 1 representado el 100%.

Figura 71

Asignación de porcentajes para cada tipo de vehículo en la Intersección



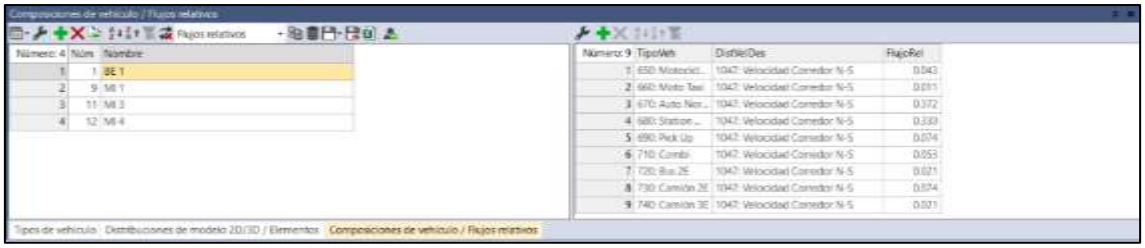
Nota: Porcentajes del acceso NO2 en la Intersección

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Figura 72

Asignación de porcentajes para cada tipo de vehículo en el Corredor



Nota: Porcentajes del acceso BE 1 del corredor de Norte a Sur

4.7.5. Ingresos de Vehículos

En esta parte ingresaremos los volúmenes que obtuvimos en el conteo vehicular con el horario crítico, como se muestra en la Tabla 4 y 5, para poder realizar la primera simulación de modo ejemplar. Los volúmenes de los vehículos tomados en los puntos de aforo serán ingresados en el software PTV Vissim, con el objetivo de ver el flujo vehicular y realizar los ajustes posteriores.

Tabla 4

Volumen Vehicular de la hora pico crítico en la Intersección

Accesos	Calle	Volumen Vehicular (Veh/h)
NO1	Antigua Panamericana N-S	1,132
NO2	Avenida el Sol - Entrada	1,220
NO3	Antigua Panamericana S-N	524

Nota: Volumen registrado del día jueves 23 de octubre del 2025

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Tabla 5

Volumen Vehicular de la hora pico crítico en el Corredor

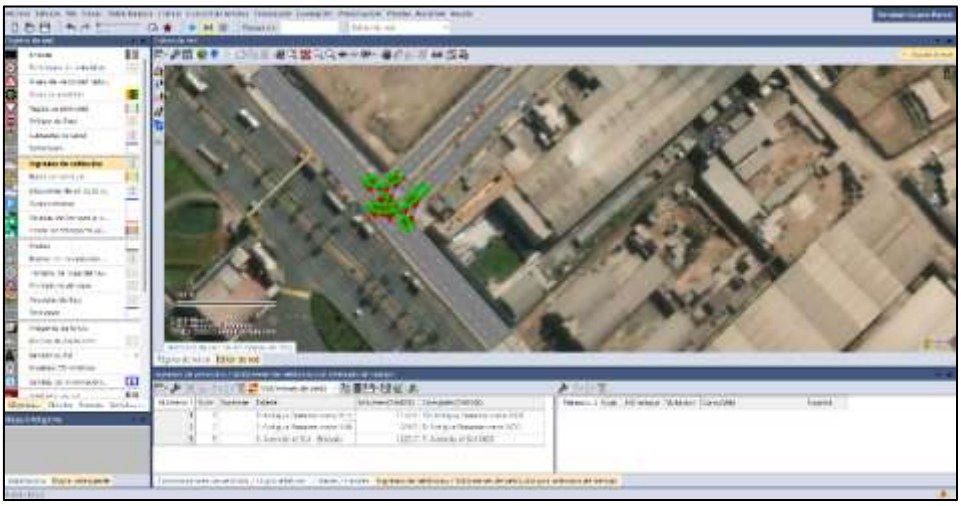
Cardinal	Accesos	Calle	Volumen Vehicular (Veh/h)
N-S	BE 1	Corredor Prolongación Huaylas	376
S-N	MI 1	Ingreso a Playa Venecia	356
	MI 3	Corredor Prolongación Huaylas	12
	MI 4	Avenida Venecia O-E	104

Nota: Volumen registrado del día jueves 23 de octubre del 2025

En la Figura 73 y 74 se muestra la el ingreso de vehículos al inicio de las vías principales no de salida, con sus respectivas composiciones vehiculares configuradas.

Figura 73

Ingreso de vehículos en la Intersección



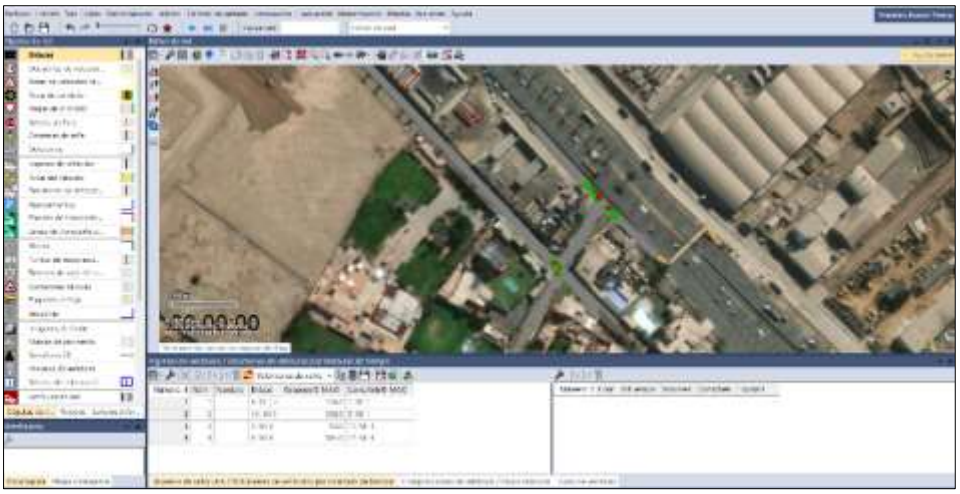
Nota: Ingreso de volúmenes vehiculares para los tres accesos a la Intersección

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Figura 74

Ingreso de vehículos en el Corredor



Nota: Ingreso de volúmenes vehiculares para los cuatro accesos al Corredor

4.7.6. Rutas de Vehículos

En esta parte se utiliza esta herramienta que genera las rutas o enrutamientos con el fin de decirle al programa PTV Vissim el porcentaje de vehículos que circularán por las diferentes vías ramificadas.

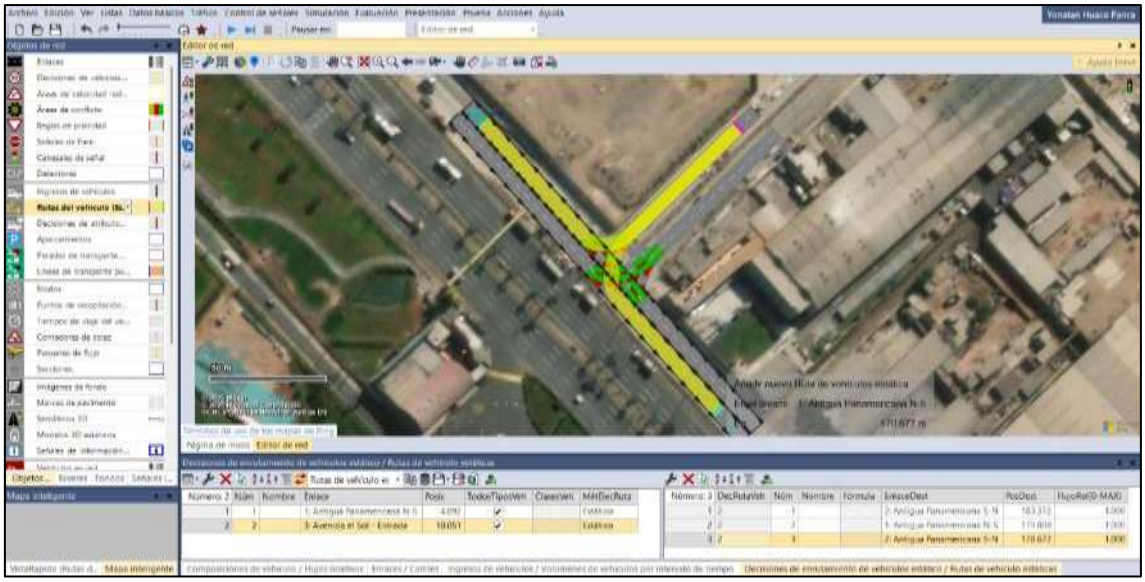
En la Figura 75 y 76 se muestran los diferentes caminos de los vehículos, en el que la línea de color morado indica el inicio de la ruta y las líneas de color celeste indican las vías ramificadas con sus respectivos porcentajes de vehículos para tener la mayor precisión de tránsito.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Figura 75

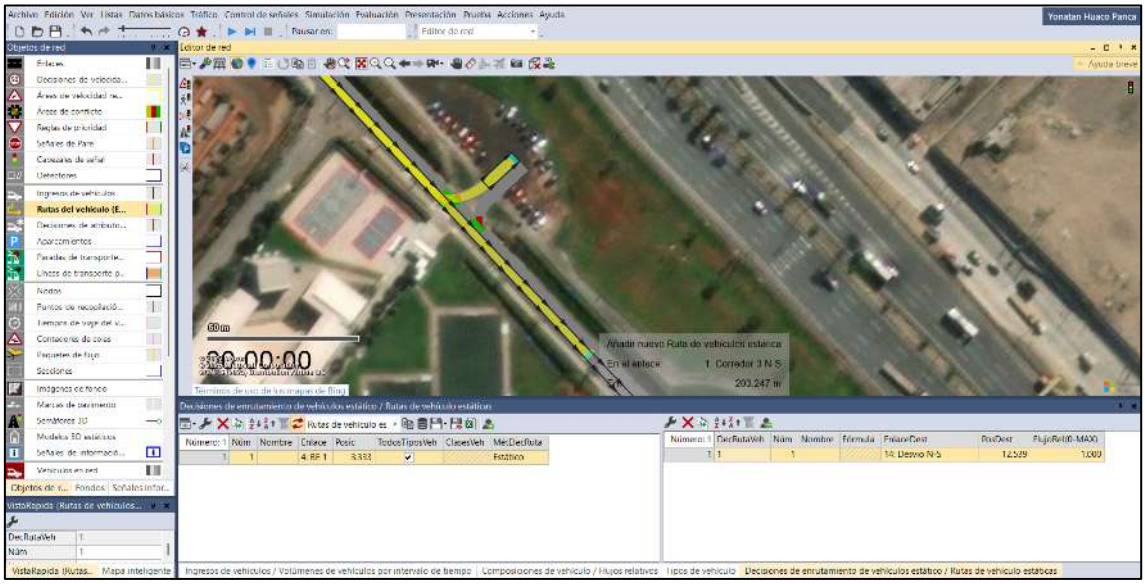
Rutas vehiculares en la Intersección



Nota: Ingreso y salida de las rutas vehiculares en la Avenida el Sol

Figura 76

Rutas vehiculares en el Corredor



Nota: Ingreso y salida de las rutas vehiculares en el Corredor Prolongación Huaylas N-S

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

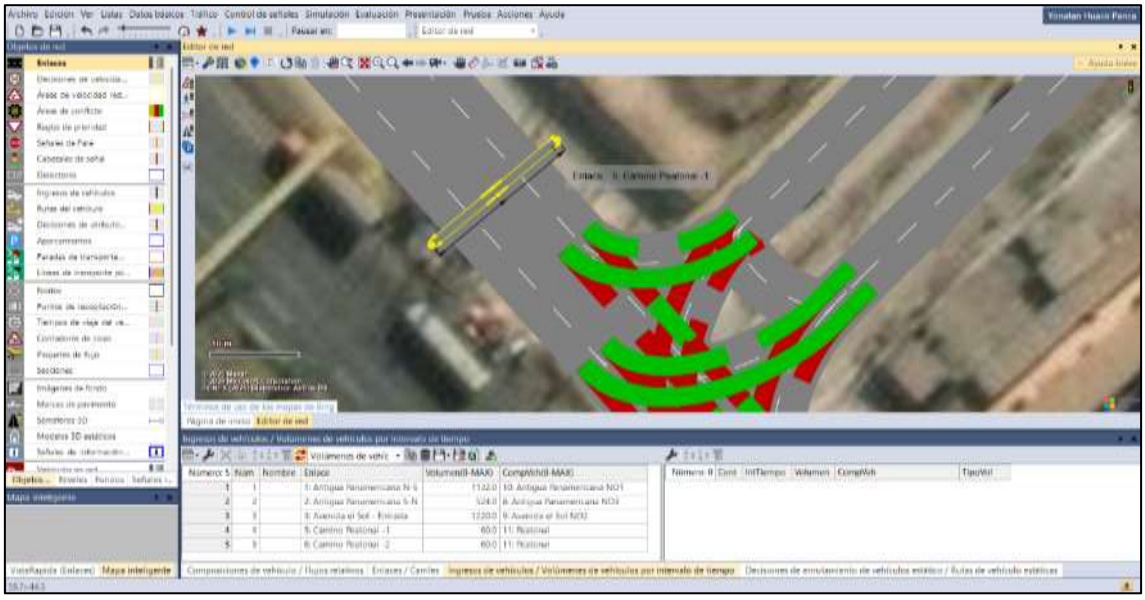
TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

4.7.7. Rutas peatonales

Esta parte se centrará en incluir peatones en la Intersección y en el Corredor debido a presencia de estudiantes y personas en general para llegar de un lado al otro. Para ello, los pasos a seguir son similares como la inclusión de vehículos desde la creación de Links hasta las rutas peatonales como se muestra en la Figura 77 y 78

Figura 77

Ingreso de la Ruta peatonal en la Intersección



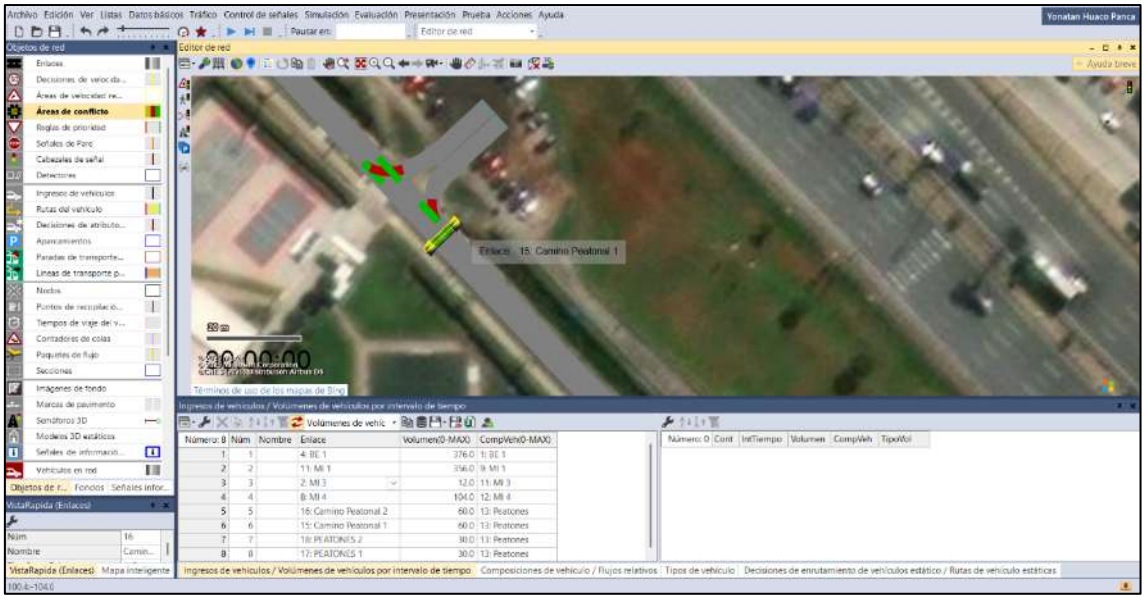
Nota: Ruta peatonal sin el comando de prioridad por el caos vehicular

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Figura 78

Ingreso de la Ruta peatonal en el Corredor



Nota: Ruta peatonal con el comando de prioridad por la presencia del guardia

4.7.8. Nodos

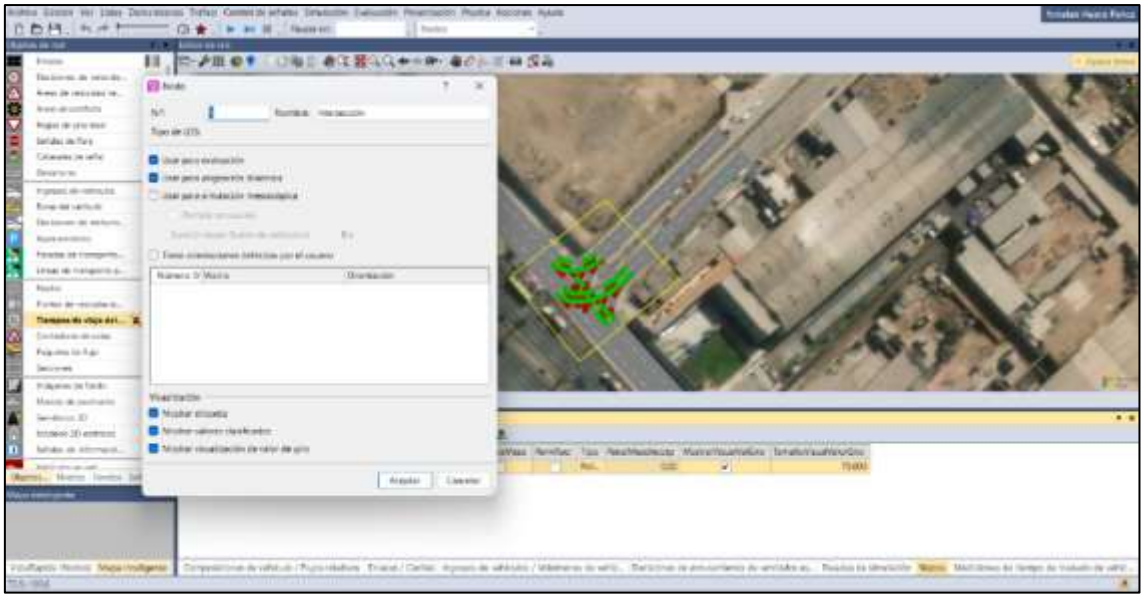
Un nodo es un área designada del tramo que indicará donde se realizará la vía a evaluar. Es decir que mide una serie de atributos como el número de vehículos, número de personas, nivel de servicio (LOS) tiempo de traslado de los vehículos, emisión de gases contaminantes, consumo de combustible, etc. En la Figura 79 y 80 se observa la asignación de los nodos.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Figura 79

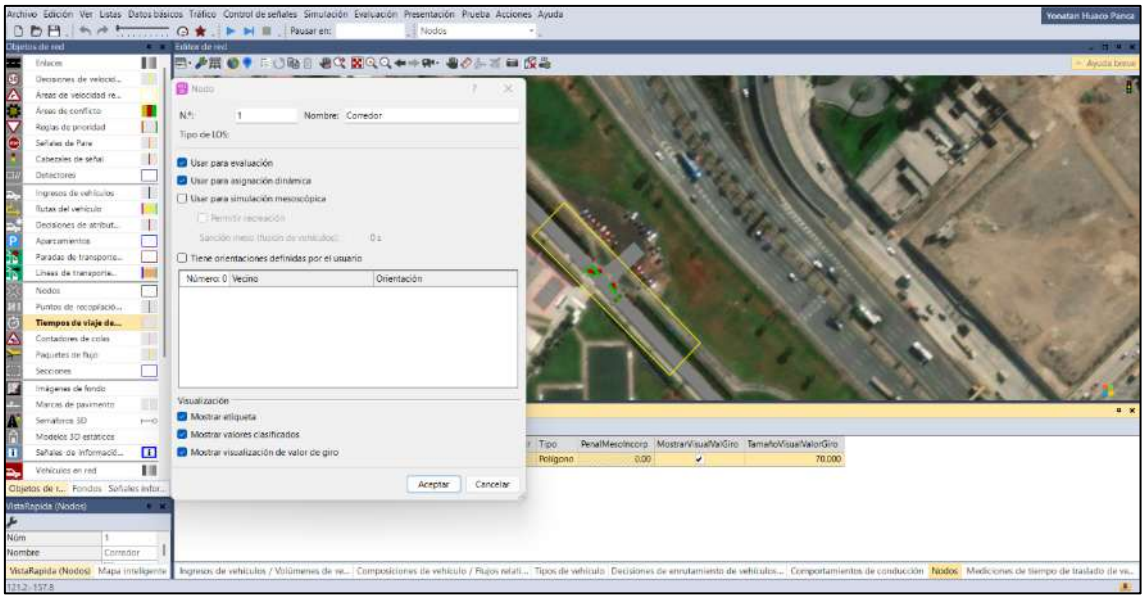
Asignación de nodos en la Intersección



Nota: Se muestra el nodo cuadrangular en el área de estudio

Figura 80

Asignación de nodos en el Corredor



Nota: Se muestra el nodo cuadrangular en el área de estudio

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

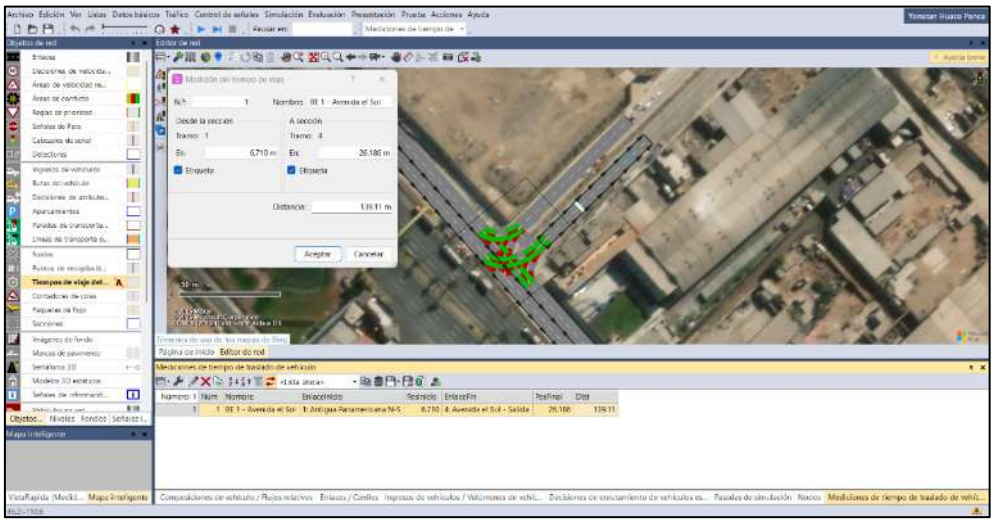
TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

4.7.9. Tiempos de viaje del vehículo

Esta herramienta evalúa únicamente el tiempo de recorrido de vehículos de un punto inicial a un punto final. El cual se realizará para complementar la calibración y validación del modelo, como se muestra en la Figura 81 y 82.

Figura 81

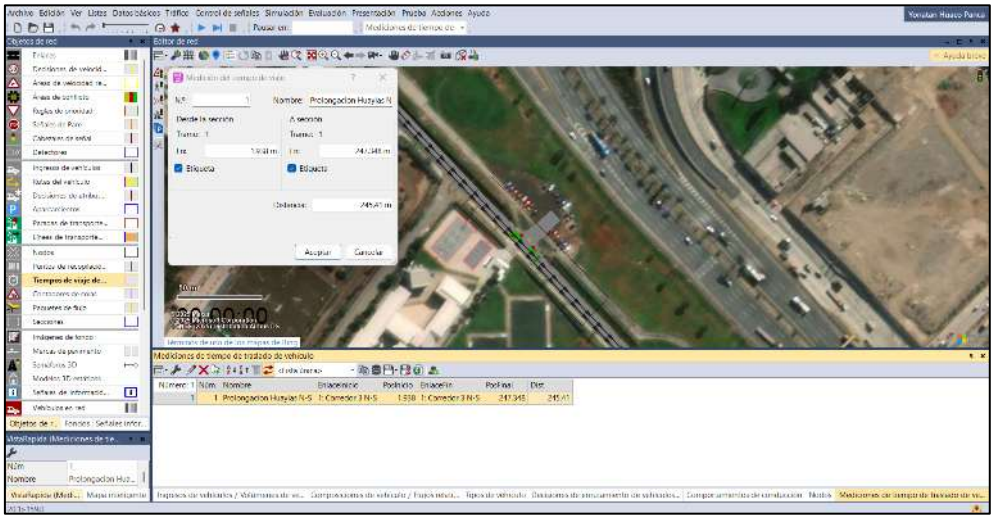
Tiempos de viaje del vehículo en la Intersección



Nota: Se muestra el ingreso desde la Antigua Panamericana Sur a la Avenida el Sol

Figura 82

Tiempos de viaje del Corredor



Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Nota: Se muestra el ingreso en el Corredor Prolongación Huaylas S-N

4.8. Calibración del Modelo

4.8.1. Tiempo de simulación y precalentamiento

Una vez ya concluido de crear el modelo a evaluar con los datos actuales, se procede a ir al comando de "Configuración de la evaluación", como se muestra en la Figura 83 para definir que se evaluará y en qué tiempo, para ello seleccionamos lo siguiente:

- Enlaces
- Nodos
- Rendimiento de red de vehículos
- Tiempos de traslado de vehículos

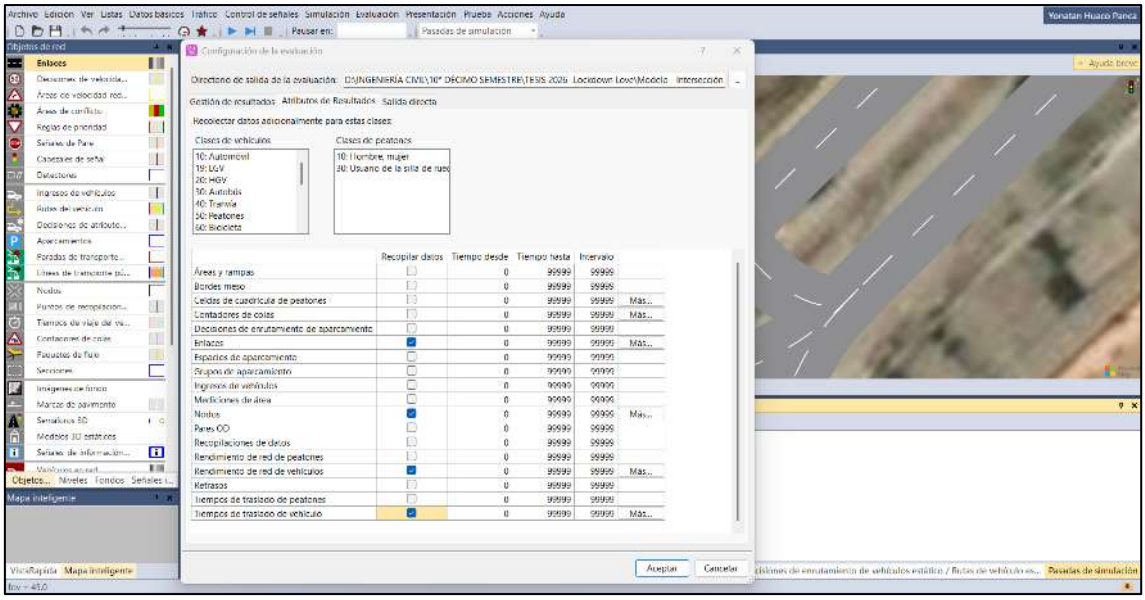
El tiempo de simulación total es de 4,500 segundos, no obstante, los primeros 900 segundos forman parte del precalentamiento para que a la hora de evaluar los siguientes 3,600 segundos de análisis haya presencia de vehículos en el modelo

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Figura 83

Configuración de la evaluación



Nota: Se observa las opciones marcadas

4.8.2. Wiedemann 74

El presente trabajo utiliza el programa de PTV Vissim, el modelo ha sido calibrado de acuerdo a estudios predecesores realizados en el tema de Ingeniería.

El proceso consiste en el ajuste de los parámetros de Wiedemann 74 o 99 con el fin de representar la condición actual de campo con un nivel de confiabilidad aceptable. Para este estudio de nivel microscópico se utilizó el modelo Wiedemann 74 al ser una intersección y corredor urbano. Ramos & Sáenz (2024) efectuó la calibración para una intersección de la Carretera Panamericana Sur Km15 al Km 16 y Av. Mateo Pumacahua, donde utilizó un método estadístico GEH (statistic) como se muestra en la ecuación 5, llamado así por su creador, Geoffrey E. Havers. El cual tiene un enfoque de comparar volúmenes de campo y modelado. Indica que tan buena es la simulación, por ello un valor de GEH por debajo de 5 indica valores apropiados, entre 5 y 10 indica un rango marginal

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

y un valor por encima de 10 indica que el modelo probablemente no represente bien la realidad (PTV Group, 2018). Se identificó que luego de 15 corridas los valores son más cercanos a los datos obtenidos de campo.

Se decidió utilizar el método de volúmenes o indicador GEH para la calibración del modelo considerando los tiempos de viaje de un punto a otro para lograr resultados similares a la realidad.

Ecuación 4

Ecuación GEH (Geoffrey. E. Havers)

$$GEH = \sqrt{\frac{2(M-C)^2}{M+C}}$$

Donde:

M: Volumen de tráfico simulado

C: Volumen de tráfico observado

A continuación, se presenta los valores de Wiedemann 74 que viene por defecto en el programa, el cual se muestra en la Tabla 6 y Figura 84.

Tabla 6

Parámetros iniciales Wiedemann 74

Parámetro	Valor asignado	Descripción
ax	2	Distancia media de detención (Valor predeterminado)
bxAdd	2	Parte adicional de la distancia de seguridad (Valor predeterminado)

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

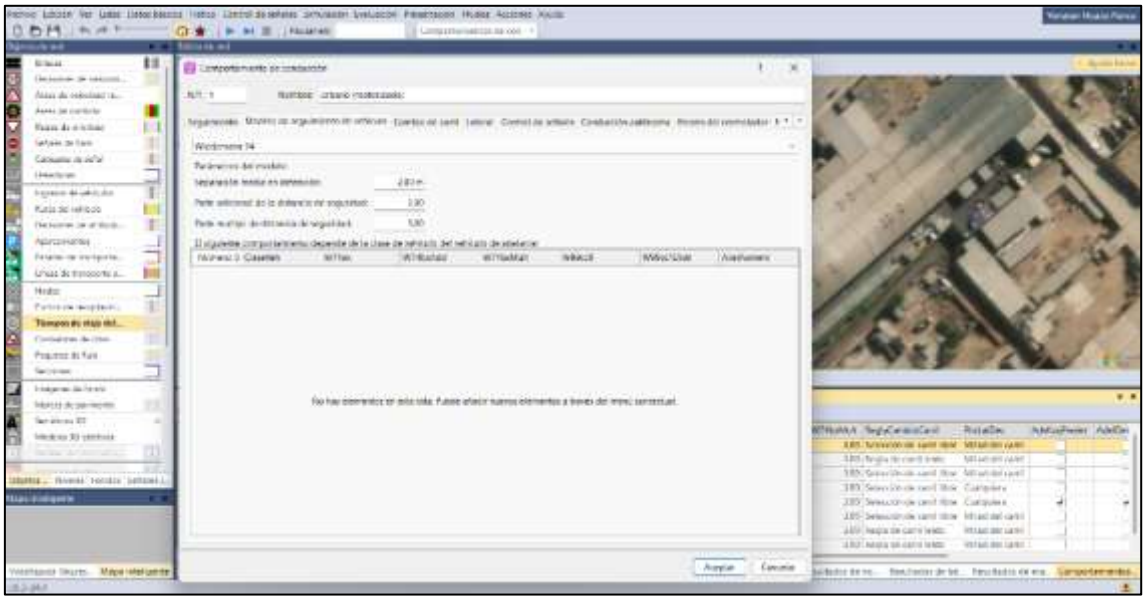
TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

bxMult	3	Parte multiplicativa de distancia de seguridad (Valor estándar predeterminado)

Nota: Adaptado de PTV Vissim

Figura 84

Configuración de parámetros de Wiedemann 74



Nota: Parámetros Wiedemann 74 a modificar en el modelo de simulación

4.8.3. Datos de Campo

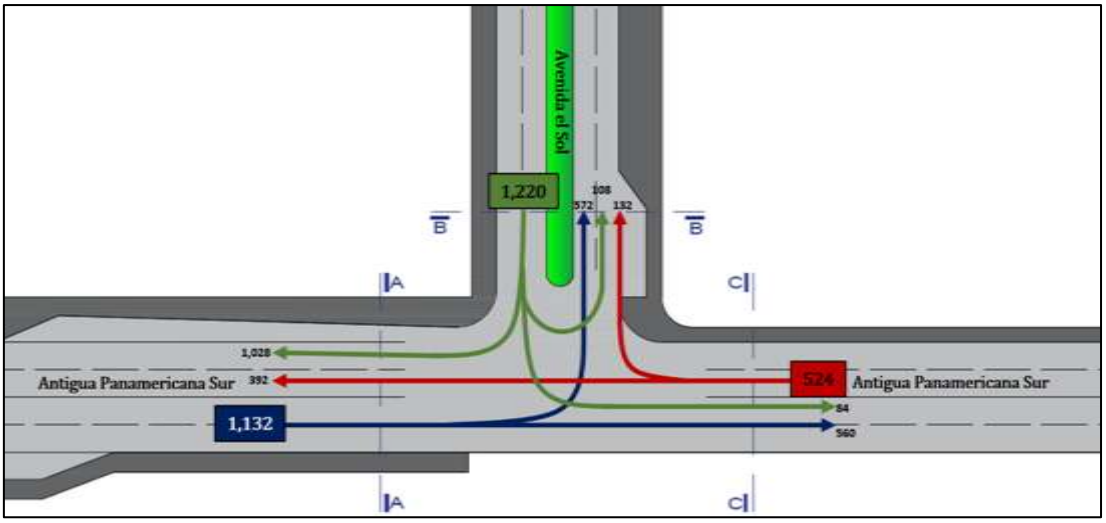
La cantidad de vehículos considerados aparecen en la Figura 85 y 86, tanto para la Intersección como en el Corredor, con el objetivo es que el número de vehículos de entran y salen de los nodos sea igual o aproximado al conteo manual de campo.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Figura 85

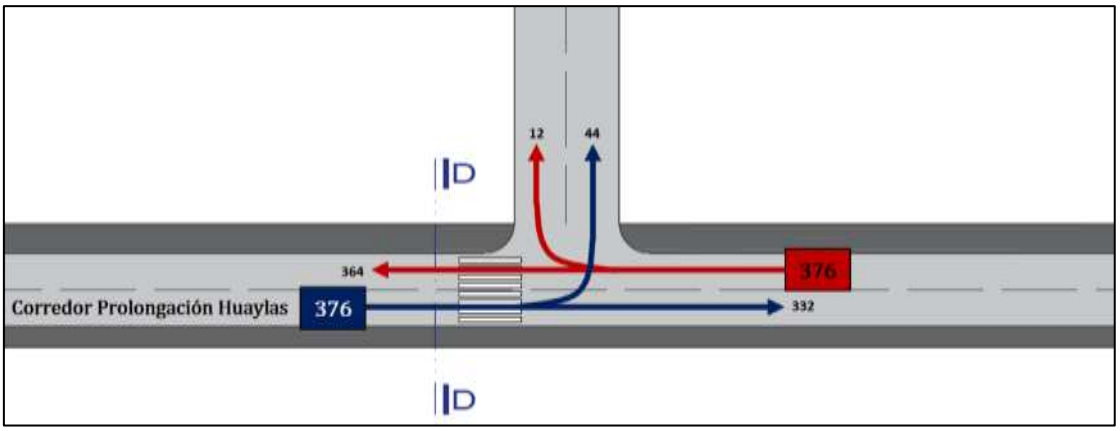
Volumen vehicular de la Intersección



Nota: Volumen vehicular en la hora pico

Figura 86

Volumen vehicular del Corredor



Nota: Volumen vehicular en la hora pico

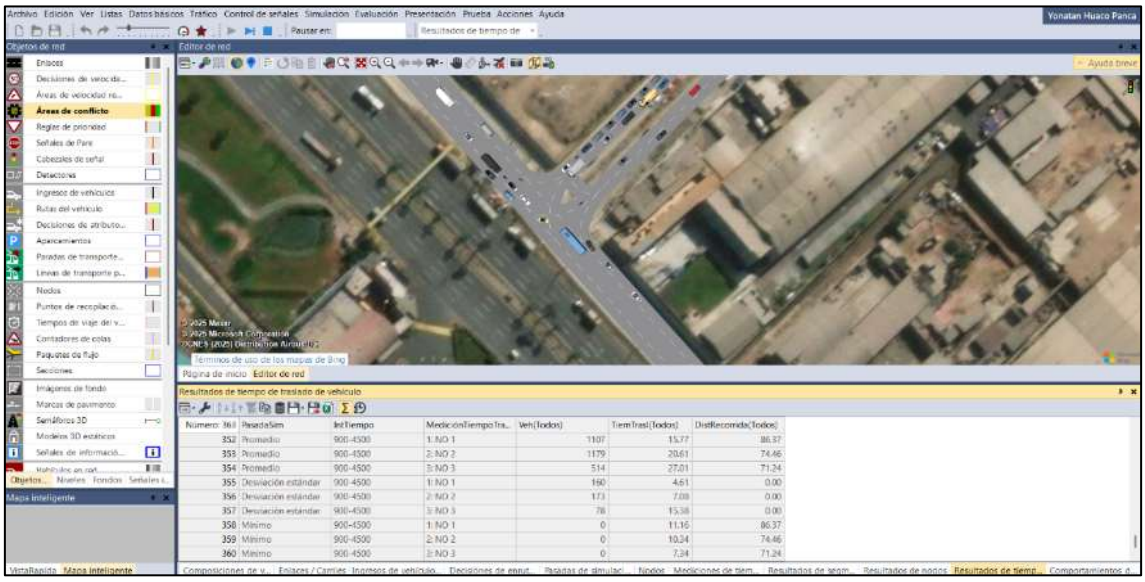
Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

4.8.4. Parámetros de evaluación

El número de corridas en la simulación es de 25 veces, cumpliendo el número de corridas mínimas o igual a 15 recomendado por el FHWA (2004). Consecuentemente se procedió a modificar los parámetros de Wiedemann 74 con el fin de mejorar la exactitud en paralelo con el análisis estadístico GEH. La Figura 72 muestra la primera simulación de la Intersección con los valores originales de Wiedemann 74 y la Figura 88 muestra los volúmenes promedio obtenidos en el software y en campo.

Figura 87

Primera simulación en la Intersección



Nota: Parámetros de Wiedemann 74, bxAdd=2, bxMult=3

Figura 88

Parámetros Wiedemann 74 – Intersección - Calibración

Parámetros	bxadd=2	bxmult=3		
PUNTO DE CONTROL	***SIMULACION PROMEDIO***	***OBSERVADO***	***GEH***	***¿CUMPLE?***
Antigua Panamericana NO 1	1,107	1,132	1.057	Si
Antigua Panamericana NO 2	1,179	1,220	1.674	Si
Avenida el Sol NO 3	514	524	0.621	Si

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Parámetros	bxadd=2	bxmult=2		
PUNTO DE CONTROL	***SIMULACION PROMEDIO***	***OBSERVADO***	***GEH***	***¿CUMPLE?***
Antigua Panamericana NO 1	1,112	1,132	0.844	Si
Antigua Panamericana NO 2	1,183	1,220	1.510	Si
Avenida el Sol NO 3	516	524	0.496	Si

Parámetros	bxadd=1	bxmult=2		
PUNTO DE CONTROL	***SIMULACION PROMEDIO***	***OBSERVADO***	***GEH***	***¿CUMPLE?***
Antigua Panamericana NO 1	1,115	1,132	0.717	Si
Antigua Panamericana NO 2	1,187	1,220	1.345	Si
Avenida el Sol NO 3	517	524	0.434	Si

Finalmente, se muestra que con un valor de ***bxAdd=1.00 y bxMult=2*** y tres (3) iteracciones de 25 corridas cada una se ha incrementado la capacidad del flujo de red. Porque al bajar el valor de bxAdd de 3 a 1, el flujo se volvió más eficiente y al bajar el valor de bxMult de 3 a 2, se logró que los vehículos circulen de forma más estable y cercana, lo que se acerca más a la realidad en cuanto a distancia y volumen vehicular. Además, el parámetro bxAdd resultó ser más influyente para acercarse a los volúmenes observados en campo y con la configuración ya mencionada de bxAdd=1/bxMult=2, el modelo se considera oficialmente calibrado por volumen, ya que el 100% de los puntos de control tienen un GEH<5, superando el estándar mínimo del 85% exigido.

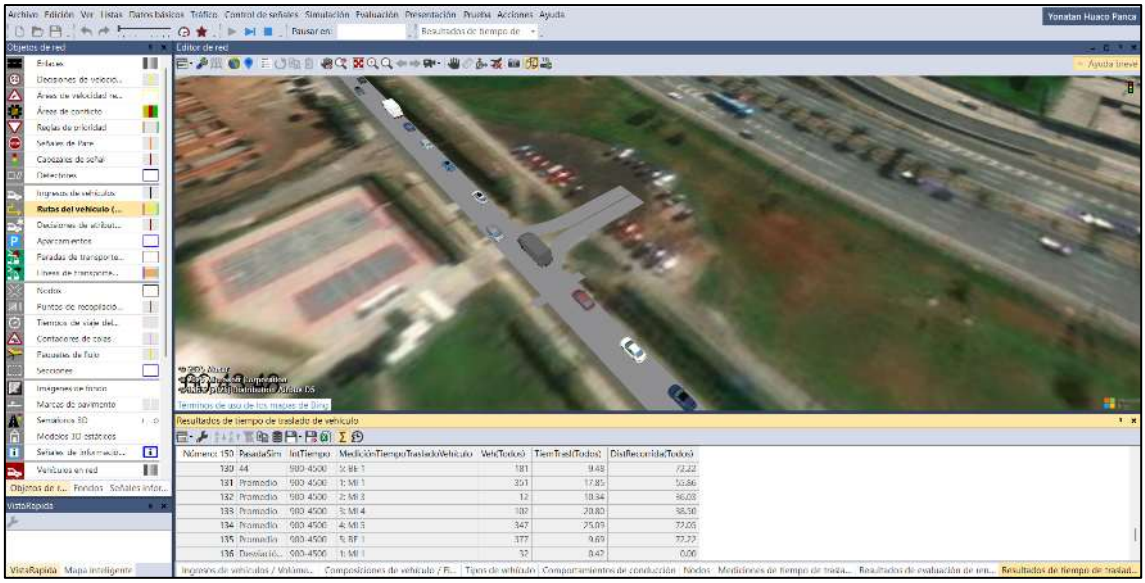
La Figura 89 muestra la primera simulación del Corredor con los valores originales de Wiedemann 74 y la Figura 90 muestra los volúmenes promedio obtenidos en el software y en campo.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Figura 89

Primera simulación en el Corredor



Nota: Parámetros de Wiedemann 74, bxAdd=2, bxMult=3

Figura 90

Parámetros Wiedemann 74 - Corredor - Calibración

Parámetros	bxadd=2	bxmult=3		
PUNTO DE CONTROL	***SIMULACION PROMEDIO***	***OBSERVADO***	***GEH***	***¿CUMPLE?***
MI 1 (S-N)	351	356	0.376	Si
MI 3 (S-N)	12	12	0.000	Si
MI 4 (S-N)	102	104	0.279	Si
MI 5 (S-N)	347	364	1.275	Si
BE 1 (N-S)	377	376	0.073	Si

Parámetros	bxadd=2	bxmult=2		
PUNTO DE CONTROL	***SIMULACION PROMEDIO***	***OBSERVADO***	***GEH***	***¿CUMPLE?***
MI 1 (S-N)	353	356	0.225	Si
MI 3 (S-N)	12	12	0.000	Si
MI 4 (S-N)	102	104	0.279	Si
MI 5 (S-N)	349	364	1.124	Si
BE 1 (N-S)	378	376	0.146	Si

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Parámetros	bxadd=1	bxmult=2		
PUNTO DE CONTROL	***SIMULACION PROMEDIO***	***OBSERVADO***	***GEH***	***¿CUMPLE?***
MI 1 (S-N)	354	356	0.150	Si
MI 3 (S-N)	12	12	0.000	Si
MI 4 (S-N)	103	104	0.139	Si
MI 5 (S-N)	350	364	1.048	Si
BE 1 (N-S)	379	376	0.218	Si

Finalmente, se evidencio que con un valor de ***bxAdd=1.00 y bxMult=2*** y tres (3) iteracciones de 25 corridas cada una se ha incrementado la capacidad del flujo de red.

Esta configuración no solo garantiza el cumplimiento estándar (GEH<5 en el 100% de los puntos), sino que ofrece el ajuste estadístico más alto, con un GEH máximo de 1.048. Es decir que se proporciona consistencia técnica al uniformizar el comportamiento de los conductores, reflejando la capacidad operática observada en campo.

4.9. Validación del Modelo

Como etapa final de la construcción del modelo, se debe validar lo realizado mediante un análisis de nuevos datos actuales de entrada referidos a volúmenes vehiculares junto a su nuevo porcentaje de rutas, cuya obtención fue realizada mediante el uso de Drones una semana después de la obtención de los primeros datos, precisamente el 30 de octubre del 2025 en la hora pico de 5 pm a 6pm.

La evaluación del modelo con los nuevos datos de entrada se realizará siguiendo el parámetro de eficiencia de volúmenes (GEH), con el objetivo de que los datos sean similares entre lo observado en campo y lo simulado.

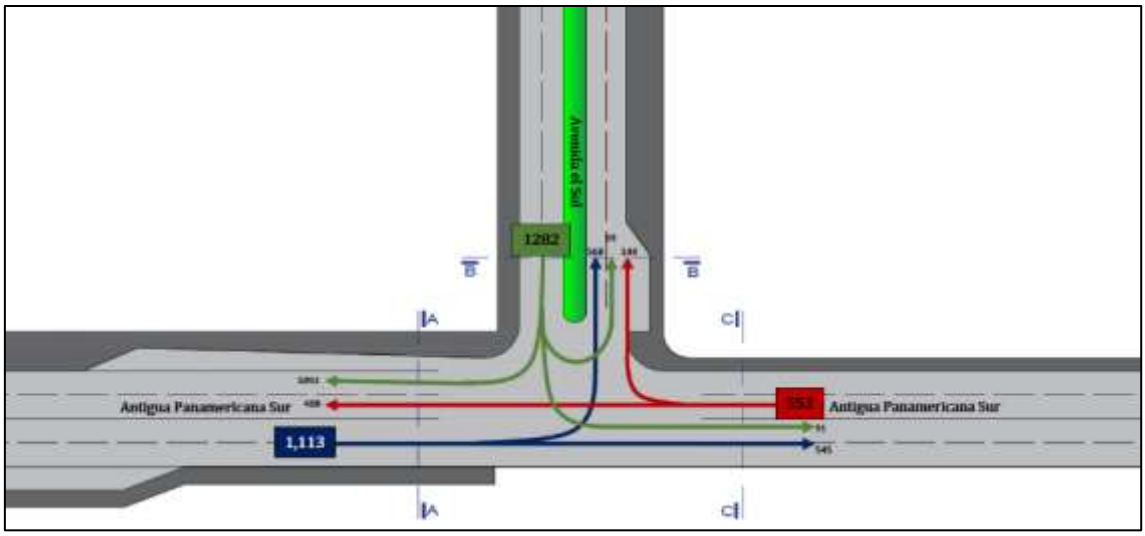
Para el caso de la ***Intersección***, el número de corridas en la simulación fue de 25 veces. Consecuentemente se procedió a modificar los parámetros de Wiedemann 74 con el fin de mejorar la exactitud en paralelo con el análisis estadístico GEH. La Figura 91

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

muestra los volúmenes obtenidos en campo de la Intersección y la Figura 92 muestra el volumen promedio obtenidos en el software y en campo.

Figura 91

Volumen vehicular en la Intersección



Nota: Volumen vehicular en la hora pico

Figura 92

Parámetros Wiedemann 74 – Intersección - Validación

Parámetros	bxadd=1	bxmult=2		
PUNTO DE CONTROL	***SIMULACION PROMEDIO***	***OBSERVADO***	***GEH***	***¿CUMPLE?***
Antigua Panamericana NO 1	1,114	1,113	0.042	Si
Antigua Panamericana NO 2	1,198	1,282	3.374	Si
Avenida el Sol NO 3	523	552	1.769	Si

Al modificar los valores por defecto de bxAdd=2 a 1 y de bx Mult=3 a 2, se ajustaron las distancias de seguridad en el modelo de Vissim, permitiendo que los conductores simulados optimicen los espacios y transiten como lo hacen en un entorno real optimizando más modelo para que el porcentaje de aceptación (FHWA/DGT) sea

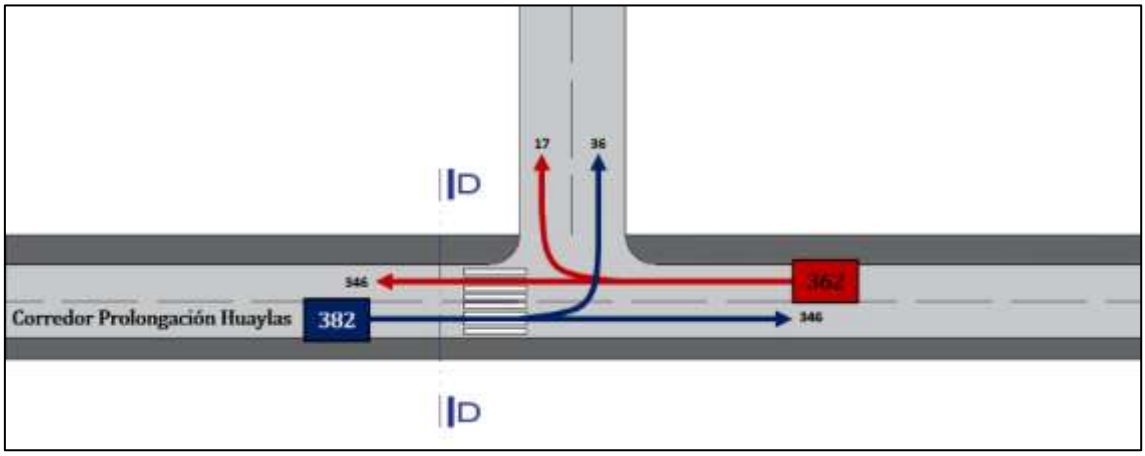
Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

superior al 95% entre los datos observados y simulados, para representar el comportamiento vehicular en la zona de estudio.

Para el caso del ***Corredor***, el número de corridas en la simulación fue de 25 veces. Consecuentemente se procedió a modificar los parámetros de Wiedemann 74 con el fin de mejorar la exactitud en paralelo con el análisis estadístico GEH. La Figura 93 muestra los volúmenes obtenidos en campo del Corredor y la Figura 94 muestra el volumen promedio obtenidos en el software y en campo.

Figura 93

Volumen vehicular del Corredor



Nota: Volumen vehicular en la hora pico

Figura 94

Parámetros Wiedemann 74 – Corredor - Validación

Parámetros	bxadd=1	bxmult=2		
PUNTO DE CONTROL	***SIMULACION PROMEDIO***	***OBSERVADO***	***GEH***	***¿CUMPLE?***
MI 1 (S-N)	358	371	0.963	Si
MI 3 (S-N)	12	11	0.417	Si
MI 4 (S-N)	99	91	1.161	Si
MI 5 (S-N)	347	346	0.076	Si
BE 1 (N-S)	380	382	0.145	Si

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

El proceso de validación de la segunda zona de evaluación confirma la alta confiabilidad del modelo. Al mantener los parámetros de comportamiento de conducción previamente calibrados (bxAdd=1 y bxMult=2), se obtuvo un GEH máximo de 1.161, cuyo valor se encuentra por debajo del umbral de aceptación menor a 5.

Estos resultados demuestran que el modelo posee la capacidad predictiva necesaria para representar con precisión el flujo vehicular en distintos sectores de la red, validándose estadísticamente. (Ver anexo2, documento de Validación)

V. ANÁLISIS Y RESULTADOS

En este capítulo se evaluará las propuestas de mejora a partir de los resultados obtenidos de la calibración y validación del flujo vehicular actual y proyectado, a partir de las simulaciones de Vissim. Por esa razón, esta parte se responderá el objetivo principal:

"Proponer la mejora del flujo vehicular aplicando un modelo de simulación en la intersección de la Antigua Panamericana Sur – Av. el Sol y el Corredor Prolongación Huaylas entre el Rancho el Rodeo y la calle Venecia, distrito de Villa Sl Salvador."

Es decir, que las propuestas que se presentarán a continuación buscan incorporar soluciones que mitiguen el congestionamiento y desorden vehicular, pensando en la demanda actual y proyectada para garantizar un flujo continuo a todos los conductores y usuarios.

5.1. Dispositivos de control de tránsito en la Intersección

Proponer la mejora del flujo vehicular aplicando un modelo de simulación con dispositivos de control de tránsito en la intersección de la Antigua Panamericana Sur – Av. el Sol.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

La presente investigación se enfoca en la mejora del flujo vehicular mediante el cálculo analítico de tiempos semafóricos, utilizando metodologías de ingeniería de transporte, como el **Método de Webste**r para determinar el ciclo óptimo y las **fórmulas del ITE** para los intervalos de seguridad (ámbar y rojo). Con el objetivo de equilibrar la capacidad de los accesos críticos, minimizando los tiempos de espera.

Los detalles del cálculo de tiempos se detallan en los siguientes pasos

a) Magnitud de intervalos de cambio (yi): Calcula el tiempo de duración entre una calle y la otra para evitar choques, es decir, se utiliza para determinar el tiempo de **Amarillo (A_i)** y el tiempo de **Rojo (TR_i)**.

Ecuación 5

Magnitud de intervalos de cambio (yi)

$$y_i = \left(t + \frac{v}{2a}\right) + \left(\frac{w+l}{v}\right) = A_i + TR_i$$

Donde:

y_t = Magnitud de intervalos

t = Tiempo de percepción-reacción (1s)

v = Velocidad. de aproximación de los vehículos (8.33m/s)

a = Tasa de desaceleración (3.05m/s)

w = Ancho de la intersección (m)

l = Longitud del vehículo (12m)

A_i = Tiempo en amarillo

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TR_i = Tiempo todo rojo

Se realizan los cálculos por ciclos

- ✓ NO 1 – Ciclo 1

$$y_1 = \left(1 + \frac{8.33}{2 * 3.05}\right) + \left(\frac{18.4 + 12}{8.33}\right) = A_1 + TR_1$$

$$y_1 = (2.37) + (3.65)$$

$$A_1 = 3\ seg \quad ; \quad TR_1 = 4\ seg$$

- ✓ NO 2 – Ciclo 2

$$y_2 = \left(1 + \frac{8.33}{2 * 3.05}\right) + \left(\frac{23.2 + 12}{8.33}\right) = A_2 + TR_2$$

$$y_2 = (2.37) + (4.22)$$

$$A_2 = 3\ seg \quad ; \quad TR_2 = 4\ seg$$

- ✓ NO 3 – Ciclo 3

$$y_3 = \left(1 + \frac{8.33}{2 * 3.05}\right) + \left(\frac{18.4 + 12}{8.33}\right) = A_3 + TR_3$$

$$y_1 = (2.37) + (3.65)$$

$$A_3 = 3\ seg \quad ; \quad TR_3 = 4\ seg$$

b) Tiempo por fases (li)

$$l_i = y_i = A_i + TR_i$$

$$l_1 = 2 + 4 = 7\ seg$$

$$l_2 = 2 + 4 = 7\ seg$$

$$l_3 = 2 + 4 = 7\ seg$$

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

c) Tiempo total perdido por fases (L)

$$L = \sum_{i=1}^{\alpha} (A_i + TR_i)$$

$$L = 7 + 7 + 7 = 21\ seg$$

d) Máximas relaciones de flujo (Yi)

$$Y_i = \frac{q_{i\,max}}{s}$$

Donde.

q_i max = Flujo máximo por carril

s = Flujo de saturación (1,800 vl/hv/carril) *(vehículos livianos por hora verde por carril)- recomendado para semaforización*

✓ NO 1 – Ciclo 1

$$Y_1 = \frac{566}{1{,}800} = 0.314$$

✓ NO 2 – Ciclo 2

$$Y_2 = \frac{610}{1{,}800} = 0.339$$

✓ NO 3 – Ciclo 3

$$Y_3 = \frac{262}{1{,}800} = 0.146$$

e) Cálculo de longitud de ciclo óptimo (Co) *(Webster)*

$$C_o = \frac{1.5L + 5}{1 - \sum_{i=1}^{\alpha} Y_i}$$

Donde:

L =Pérdida total en fases

$$C_o = \frac{1.5(18) + 5}{1 - (0.799)} = 159\ seg$$

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

f) Tiempo efectivo verde total (gt)

$$g_t = C_o - L$$

$$g_t = 160 - 21$$

$$g_t = 139\ seg$$

Reparto de tiempos verdes

$$g_i = \left(\frac{Y_i}{Y_{total}}\right) \times g_t$$

$$g_1 = \frac{0.314}{0.799} \times 139 = 55\ seg$$

$$g_2 = \frac{0.339}{0.799} \times 139 = 58\ seg$$

$$g_3 = \frac{0.146}{0.799} \times 139 = 25\ seg$$

g) Recalculando de longitud de ciclo óptimo (Co) *(Webster) (El tiempo máximo permitido por ciclo según el MTC es de 120 seg.*

$$C_0 = 120\ seg$$

h) Recalculando el tiempo efectivo verde total (gt)

$$g_t = 120 - 21$$

$$g_t = 99\ seg$$

Reparto de tiempos verdes

$$g_1 = \frac{0.314}{0.799} \times 102 = 39\ seg$$

$$g_2 = \frac{0.339}{0.799} \times 102 = 42\ seg$$

$$g_3 = \frac{0.146}{0.799} \times 102 = 18\ seg$$

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

A continuación, presento el resumen de los cálculos:

Tabla 7

Reparto del ciclo de 120 segundos

Calle / Fase	Verde Real (g)	Ámbar (A)	Todo Rojo (TR)	Rojo Total (R)
Panamericana N-S	39 s	3 s	4 s	74 s
Avenida el Sol	42 s	3 s	4 s	71 s
Panamericana S-N	18 s	3 s	4 s	95
Total	**99 s**	**9 s**	**12 s**	**(suma = 120s)**

Nota: Se muestran los tiempos mínimos de semaforización para que el sistema funcione.

El cálculo analítico del Método de Webster proporcionó el tiempo mínimo de verde necesario para garantizar la capacidad de la intersección según su demanda actual. Posteriormente, este tiempo se distribuyó mediante una sincronización de fases traslapadas, permitiendo un flujo constante, validando una estrategia operativa, en resumen, el cálculo brindó el tiempo de verde para que la calle no muera y el cálculo de los tiempos de ámbar y Todo rojo permitió definir los intervalos mínimos de seguridad con el fin de evitar conflictos en el área de cruce, dado la situación actual y pensando en la proyección del flujo vehicular de 10 años.

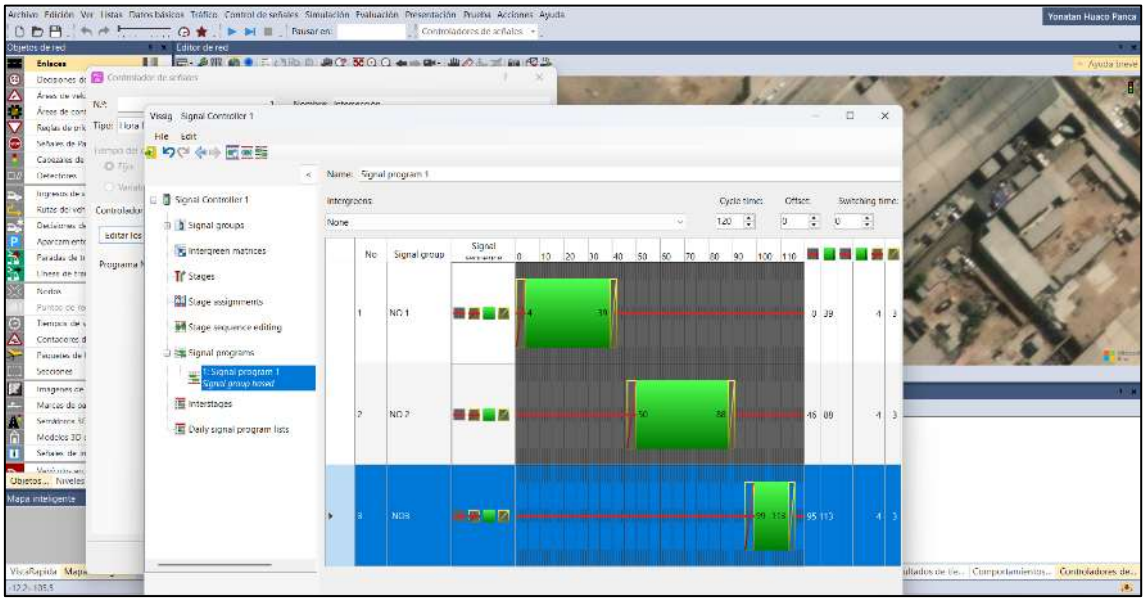
Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

A continuación, en la Figura 95 se muestra la configuración de los semáforos en la Intersección, el cual tiene un ciclo de 120 segundos repartidos entre tres semáforos en cada entrada de vehículos

Figura 95

Ciclo semafórico de la Intersección



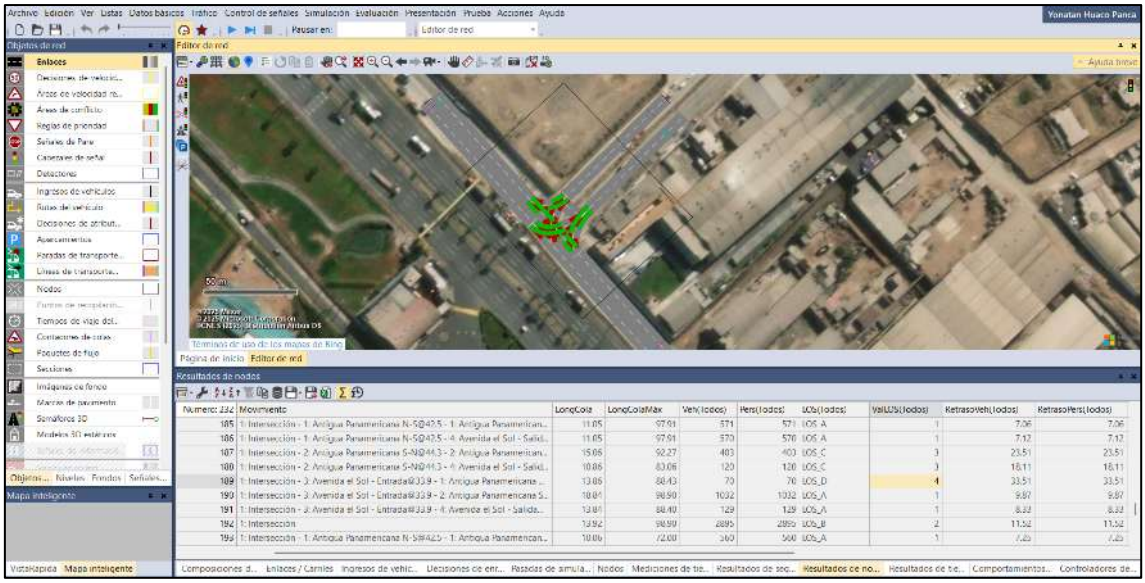
Nota: Se muestran la creación de los semáforos con los tiempos calculados.

En la Figura 96 y 97 se muestra el flujo vehicular actual, como las longitudes de cola, niveles de servicio (LOS), retrasos, entre otros antes y después de añadir dispositivos de control de tránsito con el objetivo de realizar las comparaciones y evaluar si existe una mejoría en el flujo.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Figura 96

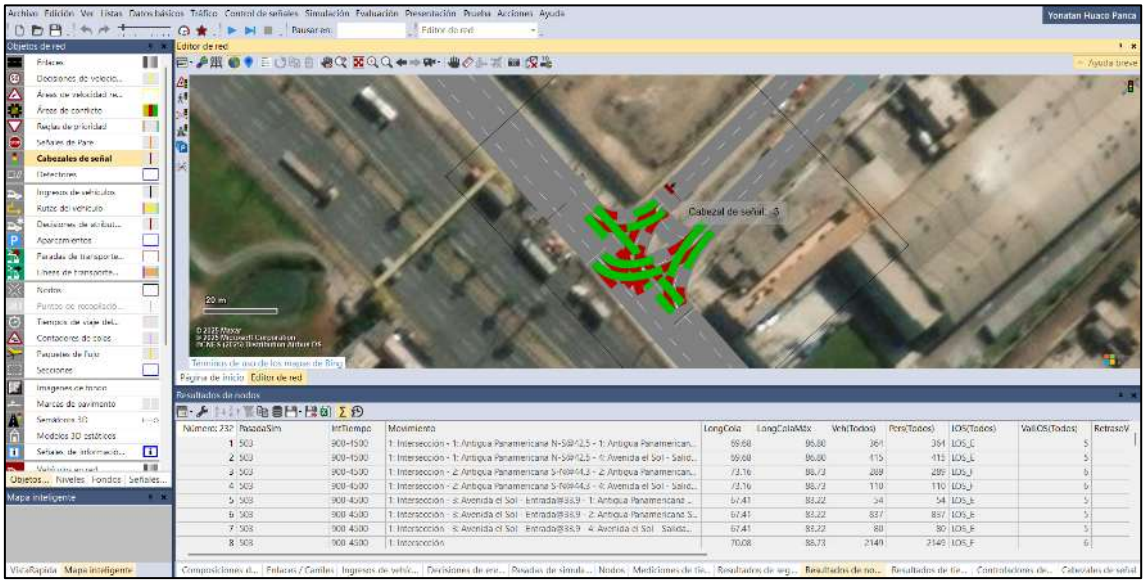
Flujo vehicular actual de la Intersección sin Semáforos



Nota: Se muestran la creación de los semáforos con los tiempos calculados.

Figura 97

Flujo vehicular actual de la Intersección con Semáforos



Nota: Se muestran la creación de los semáforos con los tiempos calculados.

A juzgar por los resultados obtenidos después de la simulación al incluir los semáforos, se observa que la Intersección ha pasado de un Nivel de Servicio (LOS) B a

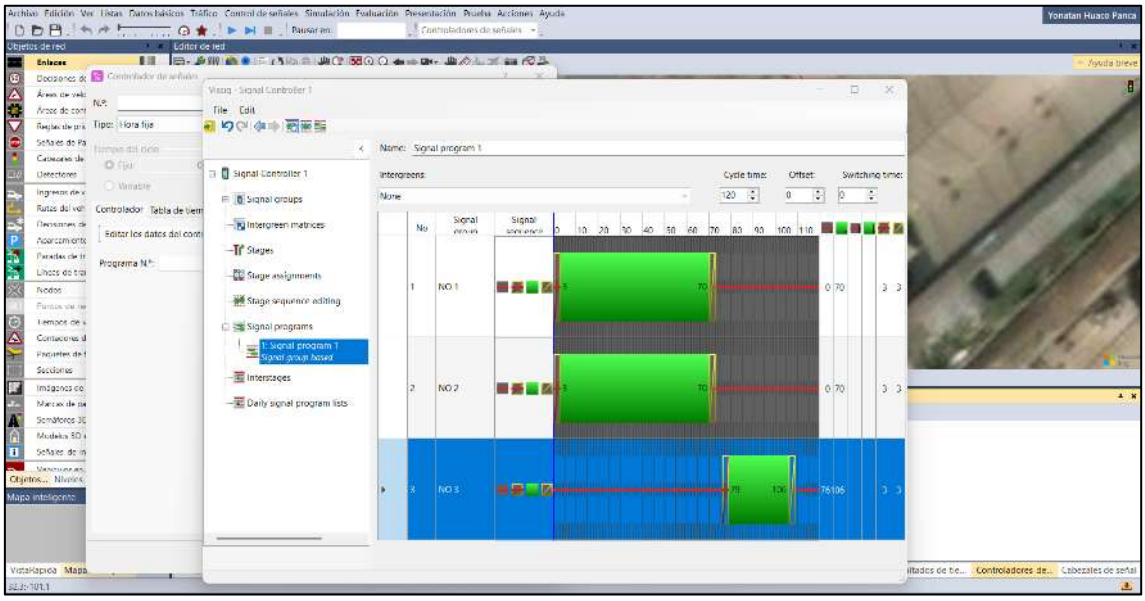
Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

un nivel F en varios movimientos críticos. Lo que indica que, si bien el semáforo ordena el tránsito, la configuración de los tiempos ha generado un cuello de botella, elevando las demoras vehiculares y extendiendo las colas.

Este hecho es común en la primera etapa de diseño, por lo tanto, para rescatar la efectividad operativa y demostrar una mejora en el flujo, se realizará una optimización de fases y tiempos semafórico, tal como se muestra en la Figura 98 y 99 con el objetivo de elevar el Nivel de Servicio a un nivel o rango aceptable.

Figura 98

Ciclo semafórico de la Intersección Optimizado



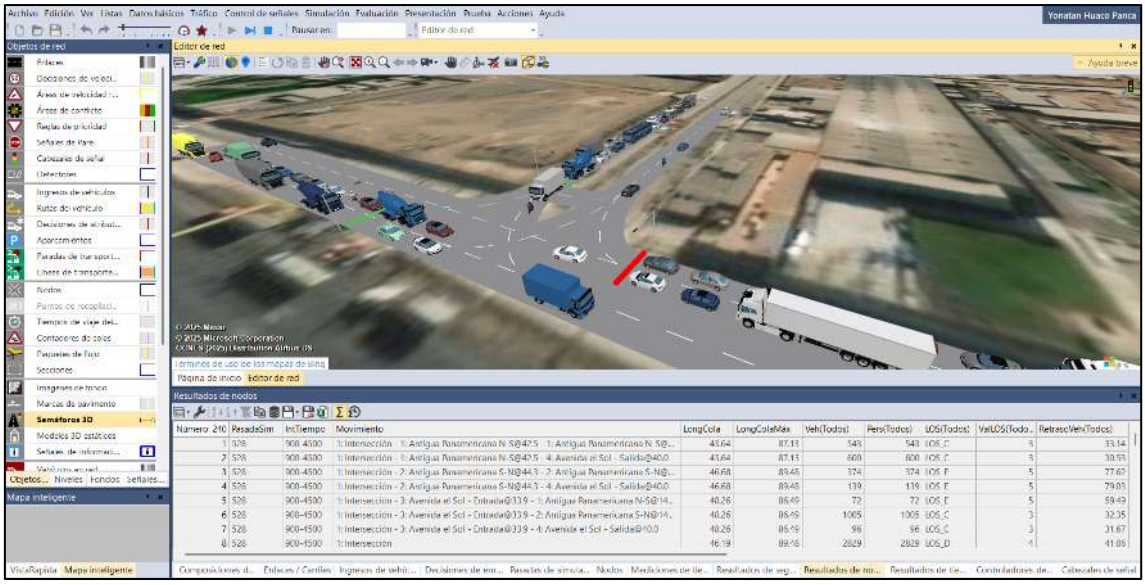
Nota: Se muestran la creación de los semáforos con los fases y tiempos optimizados.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Figura 99

Flujo vehicular actual en 3D de la Intersección con Semáforos Optimizados



Nota: Se muestran la simulación con semáforos en 3D

Se optó por una configuración de **fases concurrentes** para los flujos de la vía principal (NO 1 y NO 2) permitiendo el avance en simultáneo optimizando el uso del ciclo semafórico al reducir los intervalos de despeje, logrando maximizar el tiempo de verde efectivo para los accesos de mayor demanda.

Por ello, tras la optimización, como se muestra en la Tabla 8, se evidenció que la redistribución de los tiempos de verde efectivo y las fases eliminaron el colapso operativo (LOS F) detectado. El Nivel de Servicio se estabilizó en LOS D, con movimientos principales operando en LOS C. Optimizando el flujo vehicular y agregando un intervalo de 14 segundos de pase peatonal, logrando un equilibrio técnico entre **eficiencia operativa y seguridad vial.**

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Tabla 8

Cuadro comparativo de Desempeño actual

Indicador	Escenario Actual (Base)	1ra Simulación (Fallas)	Propuesta Optimizada (Final)
Nivel de Servicio (LOS)	**B** (Aparentemente fluido)	**F** (colapso total)	**D** (Estable y seguro)
Demora Promedio (s/veh)	11.52 s	>90 s	31.67 s
Cola máxima (m)	98.90 m	88.76	89.48 m
Seguridad Peatonal	Nula (Cruce por huecos)	Insuficiente	Alta (14s Rojo Total)

Nota: Se muestran los resultados después de la optimización.

Proyección de la evaluación al 2035: El funcionamiento de la intersección vial no solo debe medirse en función de la problemática actual, sino que también su capacidad de respuesta ante el crecimiento vehicular en 10 años hacia el año 2035, empleando la formula del Manual del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2014). La evaluación se dividirá en dos fases: primero, simulando el escenario base 2035. Segundo, sometiendo la propuesta de semaforización optimizada a esta nueva demanda proyectada, de verificar si el diseño propuesto mantiene niveles de servicio aceptables, con el objetivo de brindar una solución robusta y resiliente en el tiempo asegurando fluidez y seguridad.

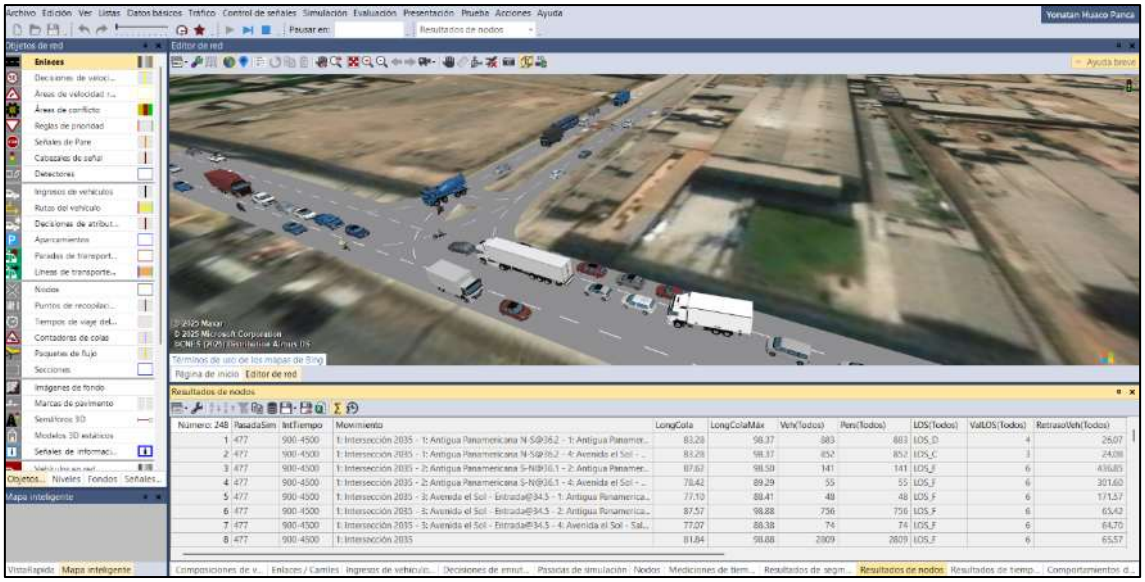
La Figura 100 y 101, muestran los resultados de la simulación antes y después de la semaforización para realizar las comparaciones y conocer si la Intersección soportará el crecimiento vehicular proyectado.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Figura 100

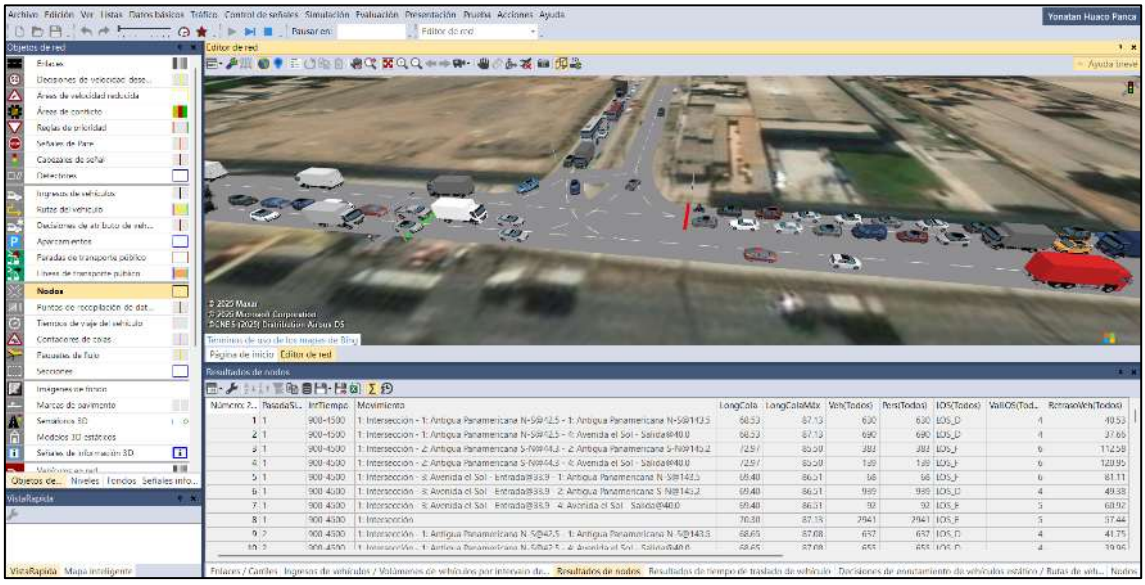
Flujo vehicular proyectado (2035) de la Intersección sin Semáforos



Nota: Se muestran la creación de los semáforos con los tiempos calculados.

Figura 101

Flujo vehicular proyectado (2035) en 3D de la Intersección con Semáforos Optimizados



Nota: Se muestran la simulación con semáforos en 3D

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Estos resultados como se muestra en la Tabla 9 para la proyección 2035 sin semaforización evidencian una situación aún más crítica que la anterior, porque los datos que Vissim confirman un colapso operativo total en la Intersección.

Casi todos los movimientos están en LOS F. La longitud de cola promedio de 81.84m y una máxima de 98.88m indican que la cola es practicante estática, porque la capacidad operativa de la vía ha sido superada por la demanda proyectada y sin la presencia de semáforos, el flujo queda totalmente bloqueado con cuellos de botella.

Tabla 9

Cuadro comparativo de la proyección 2035

Indicador Crítico	**2035 sin semáforos (Base)**	**2035 con semáforos (Propuesta)**	**Impacto de la mejora**
Nivel de Servicio (LOS)	F (Colapso total)	E (Saturación)	Mejora la organización, pero no elimina la saturación
Demora Promedio (s/veh)	65.57 s	57.44 s	Mejora la fluidez general del sistema
Cola máxima (m)	98.88 m	87.13 m	Reducción del ~11 m
Estado del Flujo	Forzado / detenido	Saturado / Intermitente	Se logra evacuar vehículos de forma cíclica

Nota: Se muestran los resultados después de la optimización.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

5.2. Restricción de carril en la Intersección

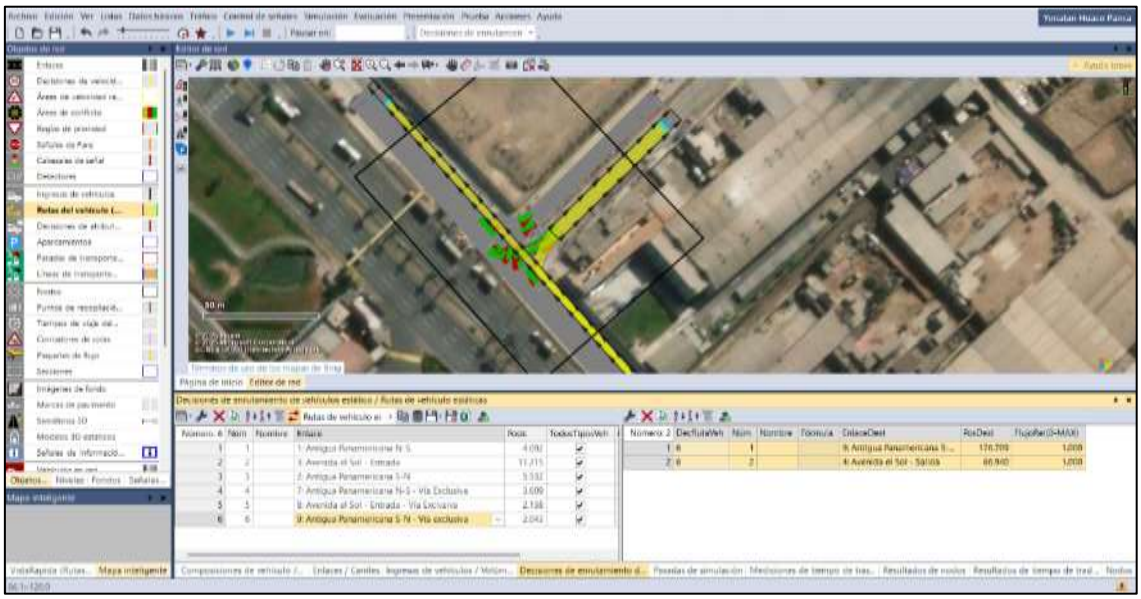
Proponer la mejora del flujo vehicular aplicando un modelo de simulación con restricción de carril en la intersección de la Antigua Panamericana Sur – Av. el Sol.

La gestión moderna de la movilidad urbana se centra en optimizar el espacio disponible. La propuesta surge como una respuesta técnica a la saturación provocada por la fricción lateral y giros no canalizados, con el objetivo de segregar los flujos vehiculares y reducir los puntos de conflicto.

En la Figura 102 se muestra la configuración para restringir la intersección, es decir limitando el paso de vehículos por la vía.

Figura 102

Creación de la restricción de carril en la Intersección



Nota: La vía exclusiva es para camiones y semitraileres

En la Figura 103, se muestra el flujo actúa de la Intersección sin la segunda propuesta, evidenciando un Nivel de Servicio (LOS) B, siendo fluido en el mejor de los

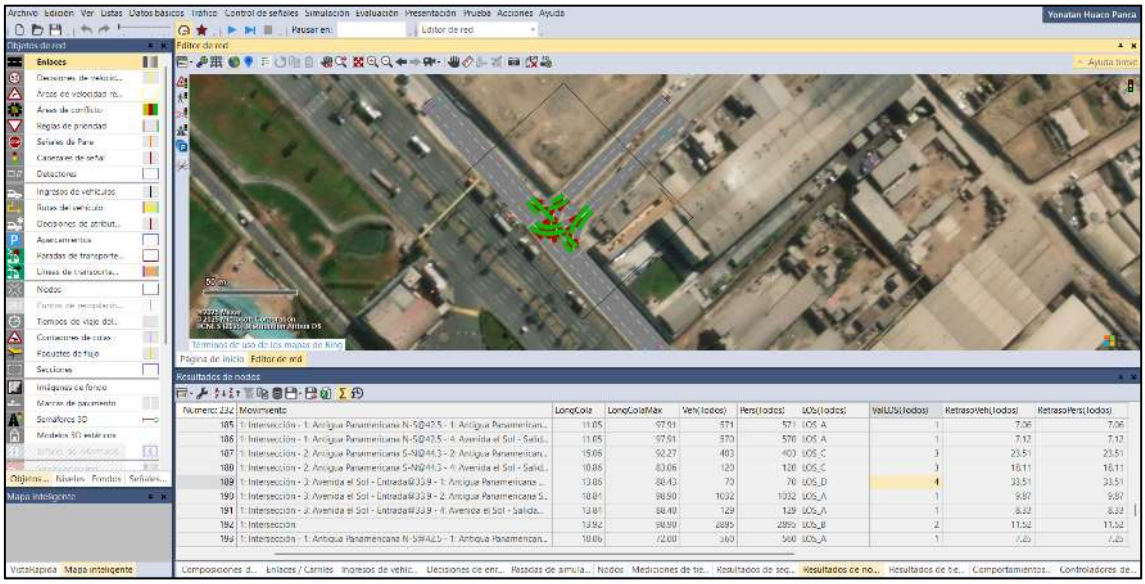
Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

casos, sin embargo, es susceptible al desorden vehicular y congestionamiento ocasionado por un camión que intenta hacer un giro.

Figura 103

Flujo vehicular actual de la Intersección sin Restricción de carril



Nota: Se muestra los resultados del flujo actual

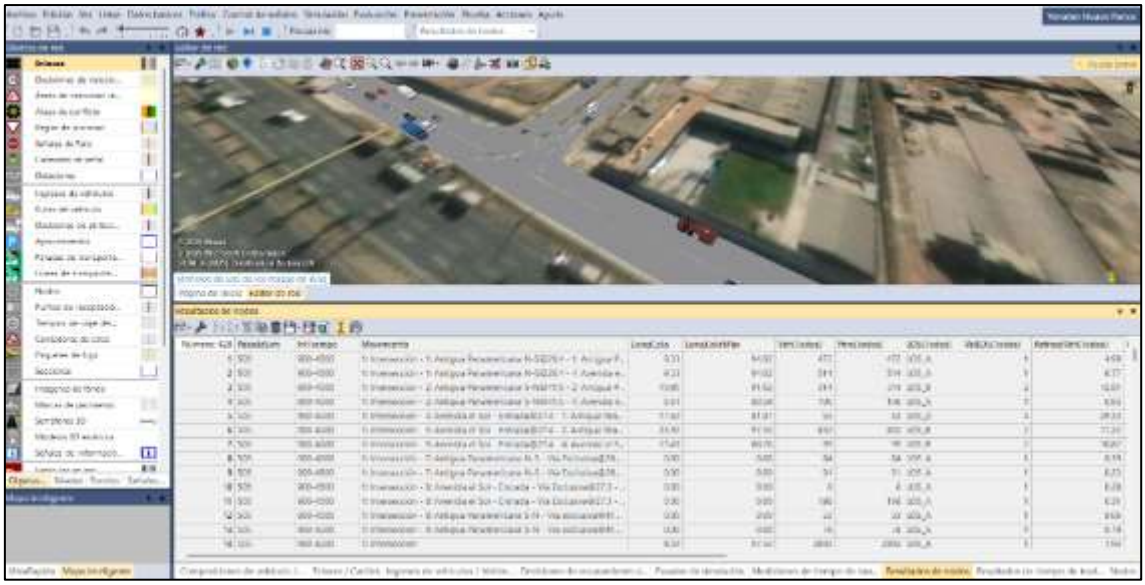
Se procedió a dividir la doble vía en vías de un solo carril, como se muestra en la Figura 104, para poder seleccionar los tipos de vehículos que circularan. Se dividió en dos partes, por la vía derecha de cada calle circularán desde micros hasta tráileres, mientras que por la vía izquierda de cada calle circularán desde motos lineales hasta combis, con el fin de mejorar el flujo vehicular, con la intención de que los vehículos pesados transiten por los bordes y no obstaculicen a vehículos menores al hacer los giros.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Figura 104

Flujo vehicular actual de la Intersección con Restricción de carril



Nota: Se muestra los resultados del flujo con la segregación de carriles

La principal mejora se observa en la estabilización del flujo. Porque al segregar el flujo por tipos de vehículos, se elimina el efecto acordeón (frenado y arranques lentos) que provocan los tráileres y camiones al mezclarse con motos y combis. Vea la Tabla 10, en el que se comparan los resultados de cada modelo de simulación.

Tabla 10

Cuadro comparativo de escenarios

Indicador (Promedio)	**Escenario Base (Real)**	**Propuesta 2: Restricción de Carril**	**% de Mejora**
Nivel de Servicio (LOS)	B	A	+1 Nivel
Cola Máxima	13.92 m	8.59 m	39% menos

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Retraso vehicular	11.52 s	7.94 s	32% menos
Conflictos internos	Altos	Mínimos (Carriles especializados)	Alta

Nota: Indicadores clave extraídos de los resultados del flujo actual.

Proyección de la evaluación al 2035: El funcionamiento de la intersección vial no solo debe medirse en función de la problemática actual, sino que también su capacidad de respuesta ante el crecimiento vehicular en 10 años hacia el año 2035, empleando la formula del Manual del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2014). La evaluación se dividirá en dos fases: primero, simulando el escenario base 2035. Segundo, sometiendo la propuesta restricción de carril (segregación) a esta nueva demanda proyectada, de verificar si el diseño propuesto mantiene niveles de servicio aceptables, con el objetivo de brindar una solución robusta y resiliente en el tiempo asegurando fluidez y seguridad.

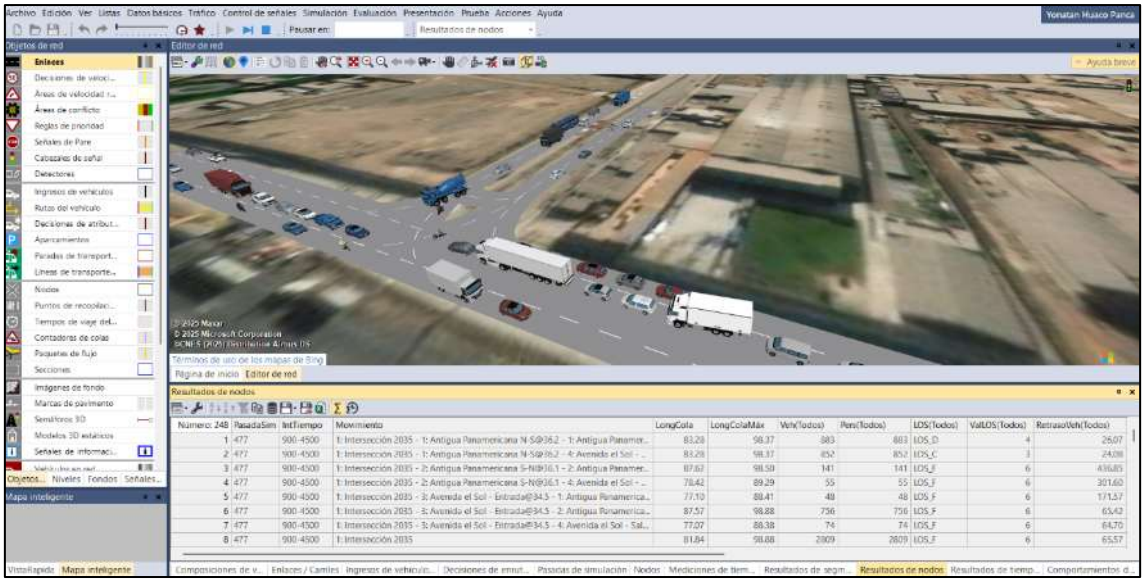
La Figura 105 y 106, muestran los resultados de la simulación antes y después de la semaforización para realizar las comparaciones y conocer si la Intersección soportará el crecimiento vehicular proyectado.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Figura 105

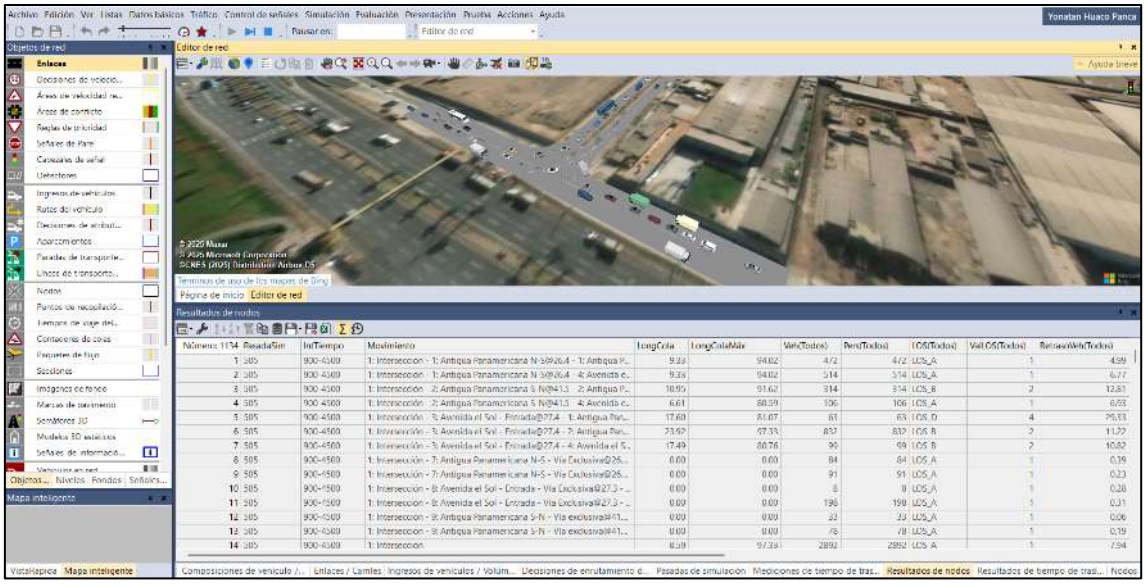
Flujo vehicular proyectado (2035) de la Intersección sin Restricción de carril



Nota: Se muestran los resultados después de la simulación al año 2035.

Figura 106

Flujo vehicular proyectado (2035) de la Intersección con Restricción del carril



Nota: Se muestran los resultados después de la simulación con segregación de carriles.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Luego de analizar los resultados de la simulación actual y proyectada, se hace una observación que, debido a la alta demanda proyectada, existe un porcentaje de la flota vehicular programada que no ha logrado ingresar al modelo durante el periodo de simulación, como lo advierte Coronado Malca (2020), cuando la red alcanza un estado de flujo forzado, el software genera colas virtuales fuera de la red, no obstante, a pesar de ello se muestra que los vehículos que ingresan fluyen sin bloqueos.

El software calcula el retraso de los vehículos que ya están dentro de la red, la limitación es que, ante la saturación extrema, las demoras podrían ser mayores si contamos a los vehículos que esperan ingresar a la red, lo cual refuerza la necesidad de implementar la propuesta de Restricción de carriles (segregación de accesos).

Tabla 11

Cuadro comparativo de la Proyección 2035

Indicador	**2035 sin Restricción de carril**	**2035 con Restricción de carril**	**Mejora**
Nivel de Servicio (LOS)	F	B	Alta
Retraso vehicular	65.57s	7.94 s	Estabilizada
Volumen Procesado	2,809 veh	2892 veh	Capacidad al límite

Nota: Indicadores clave extraídos de los resultados del flujo actual.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

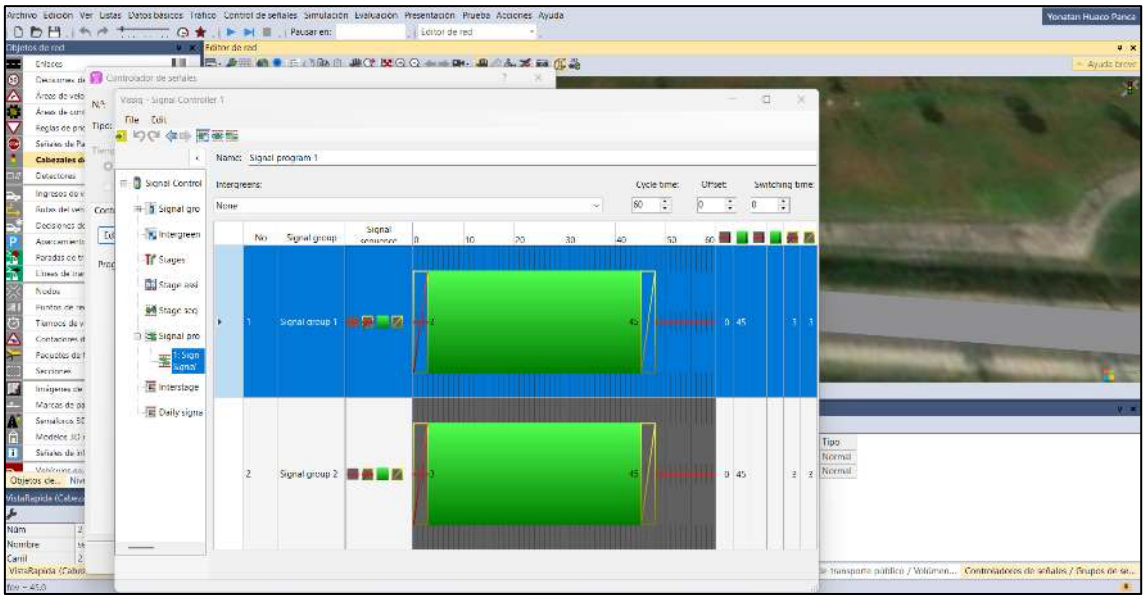
5.3. Paraderos en el Corredor

Proponer la mejora del flujo vehicular aplicando un modelo de simulación con paraderos en el Corredor Prolongación Huaylas entre el Rancho el Rodeo y la calle Venecia.

La propuesta se enfoca en la gestión del transporte público como principal factor de congestión. En el tramo entre el Rancho el Rodeo y la Calle Venecia, la detención desordenada de unidades reduce la capacidad vial del Corredor. La propuesta consiste en la implementación técnica de paraderos segregados en ambos lados de la vía, estando cerca de la entrada de la Universidad Científica del Sur (Villa 2), uno a cada lado de 17 x 3 m de ancho considerando el reglamento del MTC y DG-2018, dado el tipo de vehículo que transitará, optimizando los tiempos de carga y descarga. Además, que al desplazar los puntos de parada fuera del flujo principal, se busca mejorar el flujo vehicular. En la Figura 107 se muestra el ciclo semafórico utilizado para el corredor en Villa 2 (Entrada a la Universidad) que es de 60 segundos, el cual fue obtenido en campo.

Figura 107

Ciclo semafórico del Corredor



Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

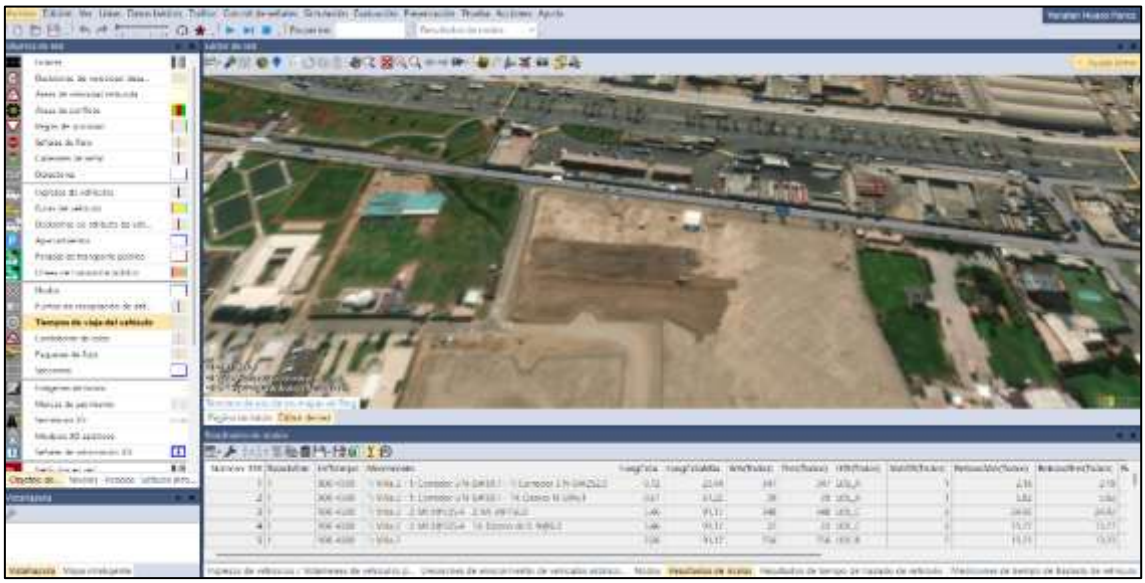
TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Nota: El ciclo semafórico fue observado en campo dando 60 s

La Figura 108 y 109, muestran los resultados de la simulación antes y después de la implementación de los paraderos para realizar las comparaciones y conocer si el Corredor soportará el flujo vehicular

Figura 108

Flujo vehicular actual del Corredor sin paraderos



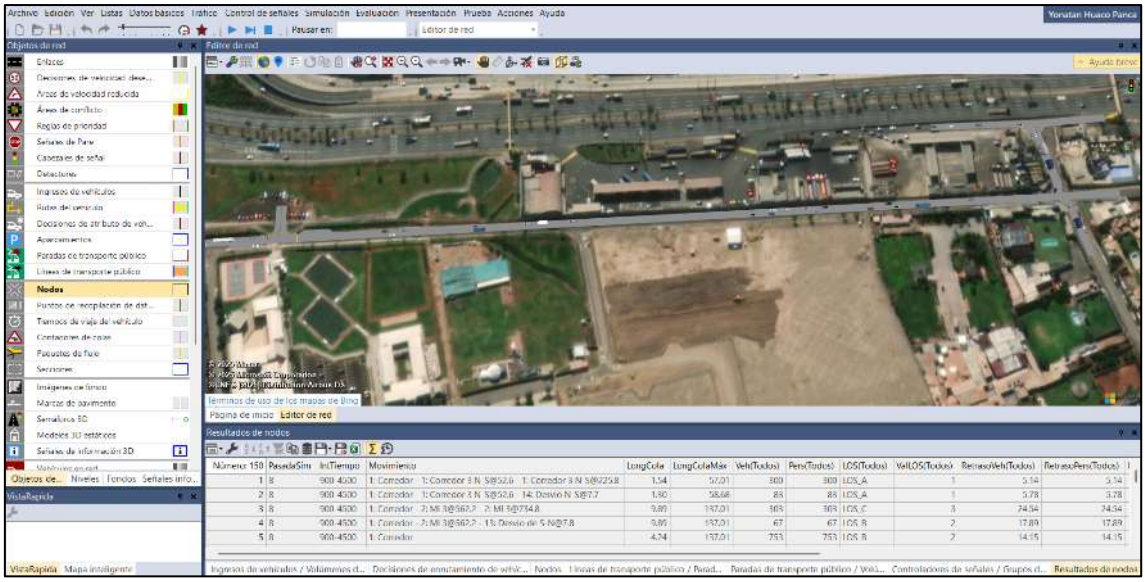
Nota: Se muestran los resultados de Vissim

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Figura 109

Flujo vehicular actual del Corredor con Paraderos



Nota: Se muestran los resultados de Vissim

En la Tabla 12 se evidencia que, al introducir los paraderos, se ha logrado segregar la detención del transporte público (taxis). Si bien la Longitud de Cola Máxima Aumento a 137.01 m (a causa de la acumulación controlada en la zona de parada), el Retraso vehicular en el movimiento principal en 24.54 s (LOS C), evitando el colapso total que suele ocurrir por detenciones informales en mitad de la vía, permitiendo un flujo libre.

Tabla 12

Cuadro comparativo del Corredor

Indicador	Escenario Base	Escenario con Paraderos	Impacto
Nivel de Servicio (LOS)	B	B	Estabilización del flujo

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Indicador	Escenario Base	Escenario con Paraderos	Impacto
Retraso Vehicular Máx	24.92 s	24.54 s	Reducción de demora
Cola Máxima	91.17 m	137.01 m	Almacenamiento en bahía
Velocidad del flujo	Interrumpida	Continua	Mayor predictibilidad

Nota: Indicadores clave extraídos de los resultados del flujo actual.

Proyección de la evaluación al 2035: El funcionamiento del Corredor no solo debe medirse en función de la problemática actual, sino que también su capacidad de respuesta ante el crecimiento vehicular en 10 años hacia el año 2035, empleando la formula del Manual del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2014). La evaluación se dividirá en dos fases: primero, simulando el escenario base 2035. Segundo, sometiendo la propuesta de paraderos a esta nueva demanda proyectada, de verificar si el diseño propuesto mantiene niveles de servicio aceptables, con el objetivo de brindar una solución robusta y resiliente en el tiempo asegurando fluidez y seguridad.

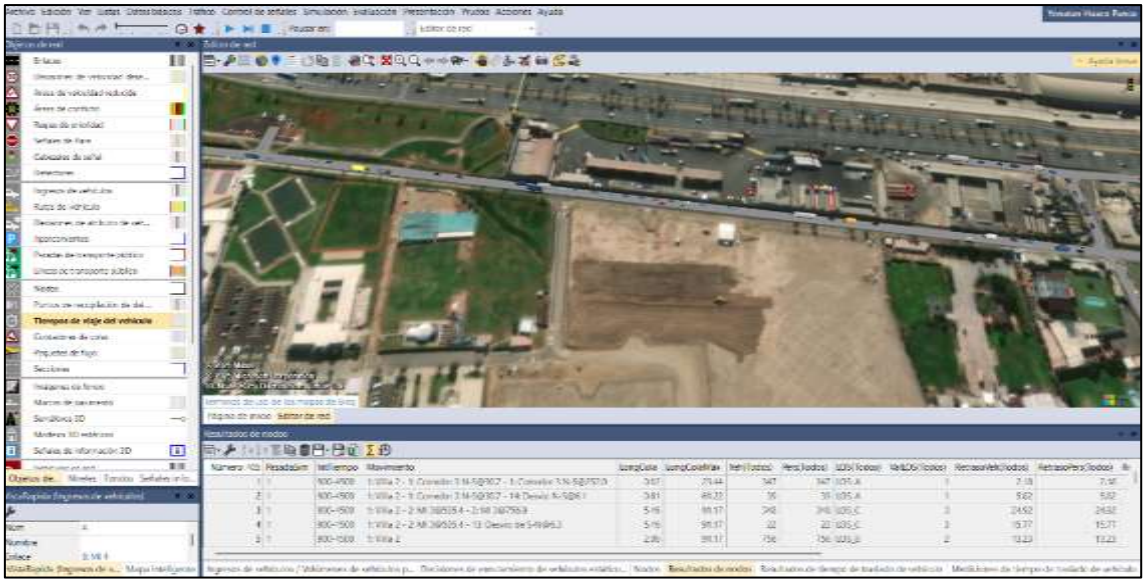
La Figura 110 y 111, muestran los resultados de la simulación antes y después de la semaforización para realizar las comparaciones y conocer si el Corredor soportará el crecimiento vehicular proyectado.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Figura 110

Flujo vehicular proyectado (2035) del Corredor sin Paraderos



Nota: Se muestran los resultados después de la simulación

Figura 111

Flujo vehicular proyectado (2035) del corredor con Paraderos



Flujo vehicular proyectado (2035) en 3D de la Intersección con Restricción del carril

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Los resultados del escenario 2035 con paraderos muestran una estabilización operativa, logrando un LOS B general y un retraso de 14.15 s, a continuación, en la Tabla 13 se muestra los resultados después de la simulación

Tabla 13

Cuadro comparativo de la proyección 2035

Indicador	**2035 sin paraderos**	**2035 con paraderos**	**Impacto**
Nivel de Servicio (LOS)	B (Falso)	B	Flujo más predecible
Retraso Promedio	13.23 s	14.15 s	Procesamiento más ajustado
Cola Máxima	91.17 m	137.01 m	Segregación en bahía

Nota: Indicadores clave extraídos de los resultados del flujo actual.

Las bajas demoras registradas en la proyección sin infraestructura de parada constituyen una subestimación producto de la congestión extrema. Tal como señala Coronado (2020), cuando la demanda prevista para el 2035 supera la capacidad de los carriles, el software Vissim genera una cola ficticia fuera del área modelada. Esto implica que los vehículos que no logran ingresar al modelo no son considerados en los resultados, lo que lleva a una medición insuficiente del verdadero tiempo de demora. En contraste, en la situación que incorpora paraderos, la circulación se vuelve más fluida, lo que facilita una mejor absorción del tránsito proyectado sin generar interrupciones en los puntos de entrada.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

VI. DISCUSIÓN

En la presente investigación se presentaron tres propuestas de mejora del flujo vehicular, dos propuestas en la Intersección y una propuesta en el Corredor. Por ende, se realizará a detallar las discusiones según los objetivos planteados para mejorar el flujo vehicular.

6.1. Dispositivos de control de tránsito en la Intersección

El objetivo de proponer la mejora del flujo vehicular en la Intersección de la Antigua Panamericana Sur y Av. el Sol ataca directamente la inexistencia de los dispositivos de control de tránsito (semáforos) el cual provoca congestión vehicular debido al desorden de los vehículos al transitar por la intersección en distintos horarios del día siendo en la tarde donde se presenta más la saturación por ello se realizó la simulación en el programa de PTV Vissim, demostrando que la situación actual incluso con problemas de congestión aún es funcional pero para el escenario 2035 sin semáforos resulta en un colapso total con retrasos promedio de 65.57 s y picos críticos de 436.85 s (LOS F). Al aplicar la fórmula de Webster para determinar el tiempo de ciclo óptimo, se inició con un ciclo de 120 segundos distribuidos en tres fases el cual tras optimizaciones el tiempo verde (gt) de la Antigua Panamericana N-S y Avenida el Sol es de 70 segundos en paralelo, con un tiempo ambar (A) de 3 segundos y tiempo todo (TR) rojo de 3 segundos. Para la calle de la Antigua Panamericana S-N el tiempo verde (gt) fue de 30 segundos con un tiempo ambar (A) de 3 segundos y tiempo todo (TR) rojo de 3 segundos, quedando un tiempo peatonal de 14 segundos, logrando una vía estable y segura, validando la hipótesis de la mejoría del flujo vehicular. En la situación actual 2025 el escenario base simulado presenta un Nivel de servicio B y al aplicar la propuesta semaforizada pasa a D, las demoras suben 11.52 s a 31.67s estabilizándose de manera segura y las colas máximas bajan de 98.90m

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

a 89.48m lo que mitiga la propagación de colas hacia otros accesos y el último impacto radica en el incremento de la seguridad peatonal gracias a una fase de tiempo rojo.

Antes de la proyección, los resultados son positivos, el sistema opera aparentemente de manera fluida (LOS B), permitiendo un ordenamiento seguro. Sin embargo, luego de la proyección al año 2035, la vía alcanza su punto de quietud y la persistencia con longitudes de cola entre 87.13 m sugiriendo que la capacidad de la vía ha sido superada, coincidiendo con lo expuesto por Tito Cruz (2024) con el hallazgo que guarda una estrecha relación con lo expuesto por Huanca Tarazona y Rojas Quispe (2019), quienes en su estudio sobre el óvalo La Curva de Chorrillos sostienen que la semaforización es la herramienta de optimización más eficaz para mitigar puntos críticos en zonas de alta demanda en Lima Sur, señalando que los sectores con alta densidad como en este Caso Lima Sur, la semaforización es un regulador necesario pero insuficiente para flujos que exceden los 2500 veh/h, lo cual difiere con realidades como Huánuco o Tacna.

La semaforización es un paliativo vital para evitar el bloqueo total tal como recomiendan Ramos & Sáenz (2024) sin embargo, no resuelve la crisis de infraestructura a largo plazo, por ello, se recomienda implementar la semaforización con tiempos variables según el flujo vehicular y/o iniciar la planificación de un intercambio vial a desnivel. Porque incluso modificar los tiempos no incrementan la capacidad de la vía si existen bloqueos de carriles ocasionados por paraderos informales. Por otro lado, un tiempo semafórico muy optimizado tiene un límite operativo, cuando el volumen vehicular supera la capacidad geométrica de la intersección, el ciclo semafórico se vuelve incapaz de disipar las colas impidiendo la movilidad y fluidez vehicular.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

6.2. Restricción de carril en la Intersección

El objetivo de mejorar del flujo vehicular en la Intersección de la Antigua Panamericana Sur y Av. el Sol mediante la restricción del carril ataca directamente la fricción provocada por los vehículos pesados al realizar sus maniobras de giros entrelazándose con los demás vehículos, por ello al canalizar los flujos, se reduce el desorden operativo, mitigando el impacto de los vehículos pesados que representan el 14.60% del flujo vehicular, sin embargo los resultados indican una mejora, logrando un resultado de los A/B y un retraso de 7.94 s. Este hecho valida la hipótesis de que segregar los vehículos pesados a la derecha y ligeros a la izquierda maximiza la capacidad vial. Porque la interpretación técnica dice que eliminar la fricción o cruce entre tráileres y motos estabiliza el flujo, coincidiendo con Huanca Tarazona y Rojas Quispe (2019), quienes en su estudio afirman que la canalización externa es una estrategia eficaz.

Un análisis crítico revela que, aunque eficiente para la fluidez vehicular, la propuesta depende la saturación de la vía y además que no se consideró a los peatones como prioridad, porque eso afectaría al sistema propuesto que podría degradarse, como lo indica Coronado Malca (2020), la saturación extrema en Vissim puede generar colas virtuales que no es tomada en cuenta en la demora real de los accesos, aunque el Nivel de Servicio indique que el sistema sea fluido. Por ello se recomienda la instalación de segregadores físicos y señalizaciones verticales, tal como lo sugiere Ccalli Arocutipa y coronel Aller (2022) con el fin de optimizar los tramos de alta flujo vehicular, considerando que restringir o confinar un carril reduce la sección transversal disponible para el resto de vehículos y si esa medida no funciona correctamente genera una reducción local de la velocidad vehicular.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

6.3. Paraderos en el Corredor

El objetivo de implementar paraderos técnicos en la vía Prolongación Huaylas ataca la causa técnica principal de la congestión vial provocada por las detenciones de los vehículos sobre la calzada de circulación, el cual fue alcanzado satisfactoriamente, reflejándose en un nivel de servicio B/C con una demora de 24.54 segundos. Este resultado confirma la hipótesis planteada: contar con espacios definidos para el embarque y desembarque evita la interferencia vehicular generada por detenciones informales en los márgenes de la vía. Desde una perspectiva técnica, la longitud de cola registrada (137.01 m) representa una espera ordenada dentro de las bahías, lo que permite mantener despejado el carril central. Este comportamiento se alinea con lo documentado por Ramos y Saenz (2024), quienes evidenciaron mejoras en las velocidades medias de circulación en corredores del distrito de Villa El Salvador.

Desde una mirada crítica, la propuesta convierte las paradas informales en una operación ordenada. No obstante, Coronado Malca (2020) advierte que, al proyectarse una saturación para 2035, Vissim genera colas externas que no reflejan la demora real. En consecuencia, se recomienda implementar paraderos segregados que aseguren la fluidez y seguridad del corredor. Por otro lado, el éxito de los paraderos no depende únicamente del diseño, sino que depende de la fiscalización externa de las autoridades (ATU) porque si los conductores omiten los paraderos formales e invaden las zonas de aproximación de ingreso y salida del paradero, el beneficio de la capacidad ganada se anula.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

VII. CONCLUSIONES

7.1. Dispositivos de control de tránsito en la Intersección

La intersección actual presenta congestión y desorden vehicular por la falta de semáforos, operando bajo un esquema de prioridad que genera demoras. La propuesta de semaforización utilizando el método Webster con un ciclo completo entre los tres semáforos de 120 segundos que lo máximo que está permitido, logra estabilizar el flujo actual alcanzando un Nivel de Servicio (LOS) D, validando la hipótesis de que el control electrónico logra organizar las los flujos vehiculares. Este resultado es compatible con los hallazgos de Huanca Tarazona y Rojas Quispe (2019) quienes resaltan la semaforización como la herramienta de optimización inmediata eficaz en puntos críticos de Lima Sur.

Asimismo, el uso de PTV Vissim da resultados de que la interacción con vehículos pesados es el factor que más eleva los tiempos de demora, lo cual se alinea a lo que menciona Pérez et al. (2019). Sin embargo, la proyección al año 2035 muestra un escenario saturado (LOS E) incluso con la propuesta de semaforización los retrasos llegan a un máximo de 120.95 s, lo que confirma lo afirmado por Tito Cruz (2024), que la capacidad física de la intersección llegará a su límite operativo en el futuro cercano.

7.2. Restricción de carril en la Intersección

La efectividad de segregación de carriles que restringe el tipo de vehículo es una solución eficiente según las simulaciones realizadas, logrando un Nivel de Servicio A/B con un retraso de apenas 7.94 s. Este resultado supera ampliamente a la propuesta de semaforización tradicional al eliminar la fricción entre vehículos pesados y ligeros, validando la postura de Huanca Tarazona y Rojas Quispe (2019) sobre la superioridad de la canalización en vías logísticas de Lima.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

La técnica de desplazar los tráileres y camiones hacia el carril derecho permitió procesar volúmenes de 2,892 veh/h sin interrupciones, reduciendo demoras en un 32% aproximadamente respecto al escenario base sin proyectar, validando la postura de Ramos y Saenz (2024) que gestionar el espacio vial mediante rutas independientes como carriles adicionales o segregación de carriles es una estrategia disruptiva que maximiza la infraestructura sin recurrir a obras civiles costosas. Considerando el punto en el tiempo en que la saturación sobrepasa la operatividad de la vía.

7.3. Paraderos en el Corredor

La incorporación de paraderos técnicos en el Corredor Prolongación Huaylas permite mantener un Nivel de Servicio (LOS) B/C con una demora media de 24.54 s, lo que confirma que aislar el transporte público en bahías suprime la interferencia lateral desordenada. Ramos y Saenz (2024) señalan que este tipo de intervención resulta clave para elevar las velocidades medias en corredores de Lima Sur, reemplazando las detenciones informales por una circulación continua y técnicamente eficiente según los criterios de PTV Vissim.

VIII. RECOMENDACIONES

8.1. Dispositivos de control de tránsito en la Intersección

Se recomienda a la Municipalidad de Villa El Salvador la instalación de controladores semafóricos con los tiempos ya calculados con el fin de mitigar el caos actual y mejorar la seguridad vial mediante el orden vehicular, la cual se complementaría con Ordoñez Melgarejo (2024). Dada la tendencia de la proyección 2035, es necesario iniciar los estudios para un intercambio vial a desnivel, ya que la semaforización es una solución paliativa y solo una intervención de nivel garantizará la fluidez a largo plazo. Finalmente, se sugiere realizar aforos manuales para recalibrar los ciclos semafóricos, siguiendo prácticas de monitoreo como Ccalli Arocutipa y Coronel Aller (2022). Además,

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

el estudio sería más preciso si el área de evaluación se expande hasta el Intercambio Vial en la Avenida Defensores del Morro, a fin de entender los porcentajes que van a la Intersección y optimizar aún más los tiempos de ciclos de los semáforos.

8.2. Restricción de carril en la Intersección

Se recomienda a la Municipalidad de Villa El Salvador, instalar señalizaciones horizontales y bordillos en la Intersección para garantizar el cumplimiento de la segregación de carriles. La simulación ya arrojo datos de que el éxito de esta propuesta depende de la especialización estricta del carril, como una medida de gestión recomendada por Ccalli Arocutipa y Coronel Aller (2022) para tramos de alta carga vehicular. Es importante reforzar la existencia de señalizaciones verticales antes de entrar a la Intersección, dado que se evidencia colas fantasmas por vehículos que no lograron entrar a la vía, lo que ocasionaría una degradación vial y del flujo continúo logrado en el modelo 3D.

Por otro lado, se recomienda hacer un estudio con restricción de vehículos pesados durante determinados horarios del día y evaluar si es viable técnicamente o lealmente. Además de simular las propuestas de mejora con semáforos y restricciones de carril.

8.3. Paraderos en el Corredor

Se recomienda a la Municipalidad de Villa El Salvador, la construcción inmediata de bahías de parada segregadas en el Corredor Prolongación Huaylas, sumándole las señalizaciones verticales, el cual es un factor clave para suprimir las paradas informales en la vía principal y asegurar que el Nivel de Servicio (LOS) B/C obtenido en la simulación se mantenga en condiciones reales. Disponer de paraderos técnicos constituye una alternativa para eliminar tanto la interferencia lateral como los cambios bruscos de carril, mejorando así la seguridad de los peatones y la circulación vehicular en el distrito.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1) **Martín, P. R. C., & Martín, P. S. C. (2019).** *Propuesta de solución al congestionamiento vehicular en la rotonda Las Américas ubicada frente al Aeropuerto Internacional Jorge Chávez aplicando microsimulación en el software Vissim v.9* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Alicia - Repositorio Nacional Digital. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUPC_384c1cae831296bd1c7e421040410611

2) **Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). (2016).** *Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras*. Gobierno del Perú. https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_6%20DCT-2016.pdf

3) **Autoridad de Transporte Urbano para Lima y Callao (ATU). (2022).** *Resolución Directoral N.° 022-2022-ATU/DIR. El Peruano.* https://www.gob.pe/institucion/atu/normas-legales/3818057-022-2022-atu-dir

4) **Centro de Transporte Sustentable (CTS) México. (2023).** *Guía técnica: Diseño de bahías de carga y descarga*. https://ciudadesytransporte.mx/wp-content/uploads/2023/05/guia_tecnica_diseno_de_bahias_de_carga_y_descarga.pdf

5) Thomson, I., & Bull, A. (2002). *La congestión del tránsito urbano: causas y consecuencias económicas y sociales*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). https://hdl.handle.net/11362/10804

6) Brachmi, R. (2019). *Estrategia de mitigación de la congestión: Modelado del efecto de diferentes configuraciones geométricas de una rampa de acceso de dos*

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

carriles sobre la capacidad mediante VISSIM [Tesis de maestría, Universidad de Manitoba]. MSpace. https://engagedscholarship.csuohio.edu/etdarchive/1149/

7) **Bogarin, T. A. A. (2023).** *Modelaje, análisis y propuesta de intervención para una intersección conflictiva en Asunción, Paraguay, por medio de microsimulación computacional con el software PTV Vissim* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Itapúa]. Repositorio UNI. https://dspace.unila.edu.br/handle/123456789/7292

8) **Ramos, P., & Saenz, A. W. (2024).** *Análisis y propuesta de mejora del descongestionamiento vehicular utilizando el modelamiento-microsimulación en el software Vissim en la intersección de la carretera Panamericana Sur km 15 al km 16 y Av. Mateo Pumacahua, ubicadas en el distrito de SJM - Lima, 2024* [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. https://hdl.handle.net/11537/38147

9) **Chavez, E. V. H. (2024).** *Optimización del nivel de servicio vehicular y flujo peatonal por microsimulación con el programa PTV VISSIM, en los jirones los incas, Tacna, Cahuide y avenida La Torre - Puno* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano]. Repositorio Institucional - UNAP. https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/22923

10) **Ordoñez Melgarejo, K. R. (2024).** *Propuesta de solución al congestionamiento vehicular en el cruce del jr. Leoncio Prado y jr. Ayacucho aplicando microsimulación en el software Vissim, Huánuco–2023* [Tesis de licenciatura, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional de la Universidad de Huánuco. http://repositorio.udh.edu.pe/handle/123456789/4127

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

11) **Aguirre, M. (2015).** *Sistemas, modelos y simulación*. http://arantxa.ii.uam.es/~aguirre/OS/sms.pdf

12) Fontalvo Arrieta, K y Guárdela Vasquez, P. (2013). *Modelación del tránsito vehicular con el software pvt vissim tramo Bomba el Gallo - Bomba el Amparo.* Universidad de Cartagena. Disponible en: https://hdl.handle.net/11227/532

13) **Holgado, E. (2012).** *Estudio de regulación del tránsito de vehículos y peatones en los alrededores de la avenida Portugal de Salamanca* [Tesis de maestría, Universidad Politécnica de Cataluña]. UPCommons. https://upcommons.upc.edu/handle/2117/17831

14) **ITS - Sistemas Inteligentes de Transporte Peru. (2024).** *La inteligencia artificial en la ingeniería de tráfico*. https://itsperu.org/articulos/inteligencia-artificial-trafico/

15) **Cal y Mayor, R. D., & Cárdenas, J. (2010).** *Ingeniería de tránsito: Fundamentos y aplicaciones* (9.ª ed.). Alfaomega. https://dokumen.pub/ingenieria-de-transito-fundamentos-y-aplicaciones-novena-edicion-9789587784152-9587784154.html

16) **Perú. Congreso de la República. (2011, 3 de julio).** *Ley N.° 29733, Ley de Protección de Datos Personales*. El Peruano. https://www.gob.pe/institucion/congreso-de-la-republica/normas-legales/243470-29733

17) **Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, M. del P. (2014).** *Metodología de la investigación* (6a ed.). McGraw-Hill Interamericana.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

18) **CalcMaps. (s.f.).** *Map Elevation Calculator*. Consultado el [15 mayo del 2025], de https://www.calcmaps.com/map-elevation/

19) **Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). (2016).** *Manual de dispositivos de control de tránsito*. Gobierno del Perú. https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/manuales.html

20) **Fernandez, R. (2008).** *Elementos de la teoría del tráfico vehicular*. Universidad de los Andes. https://www.researchgate.net/publication/263925514_Elementos_de_la_teoria_del_trafico_vehicular

21) Dowling, R., Skabardonis, A., & Alexiadis, V. (2004). *Traffic analysis toolbox volume III: Guidelines for applying traffic microsimulation modeling software* (Report No. FHWA-HRT-04-040). U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration. https://www.fhwa.dot.gov/publications/research/operations/04040/04040.pdf

22) **United Nations Department of Economic and Social Affairs, Population Division. (2024).** *World population prospects 2024: Summary of results* (Report No. UN DESA/POP/2024/TR/NO. 4). United Nations. https://population.un.org/wpp/assets/Files/WPP2024_Summary-of-Results.pdf

23) Inrix. (2025, 5 agosto). *Global Traffic Scorecard | INRIX Global Traffic Rankings*. INRIX. https://inrix.com/scorecard/

24) **Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2025, febrero).** *Informe técnico: Flujo vehicular en peajes de la red nacional de carreteras, diciembre 2024* (Informe No. 02-2025-INEI). Gobierno del Perú.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

https://m.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/informe-tecnico_flujovehicular_2.pdf

25) **TomTom. (2025).** *TomTom traffic index 2025: How does your city rank?* TomTom International BV. https://www.tomtom.com/en_gb/traffic-index/ranking/

26) DJI Perú. (2025). Tienda Oficial | *Drones DJI*. DJI Perú. https://dji.pe

27) **Google. (2024).** *Google Earth Pro* (Versión 7.3.6.9796) [Software]. Google LLC. https://www.google.com/earth/versions/#earth-pro

28) Algherbal, E. A., & Ratrout, N. T. (2025). A Comparative Analysis of Currently Used Microscopic, Macroscopic, and Mesoscopic Traffic Simulation Software. *Transportation Research Procedia*, *84*, 495-503. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2025.03.101

29) **Cruz, J. O. T. (2024).** *Optimización del nivel de servicio vehicular y flujo peatonal por microsimulación con el programa PTV VISSIM, en los jirones Los Incas, Tacna, Cahuide y avenida La Torre - Puno* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano]. Repositorio Institucional - UNAP. https://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/22923/Tito_Cruz_Jorge_Omar.pdf?sequence=1&isAllowed=y

30) **Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). (2006, 24 de febrero).** *Decreto Supremo N.° 002-2006-MTC: Clasificación vehicular y estandarización de características registrables vehiculares*. El Peruano. https://www.gob.pe/institucion/mtc/normas-legales/282132-002-2006-mtc-15

31) Michael, C. A. F., & Edwar, C. A. J. (2023). *Determinación del nivel de servicio y propuesta de mejora vial con software PTV VISSIM en av. Patricio Meléndez tramo av. Jorge Basadre Grohmann hasta av. Industrial, provincia de Tacna –*

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

2022. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UPTI_2f02de696016200bf1a0e3a4821a25eb

32) Ogden, K. W. (1996). *Safer roads: A guide to road safety engineering. Ashgate* Publishing. https://trid.trb.org/View/459597

33) **Gallardo, J. (2011).** *Modelos de simulación*. Scribd. https://es.scribd.com/doc/59825248/Modelos-de-simulacion

34) **Flórez Hernández, S. C., & Vargas Amaya, D. G. (2019).** *Calibración y validación de parámetros de comportamiento mediante microsimulación en intersecciones, caso estudio Tunja* [Tesis de pregrado, Universidad de Boyacá]. Repositorio Institucional.

35) **Vico, F., Basagoiti, F., Lobo, D., & García-Platas, R. (2014).** *Modelado y simulación del tráfico en vías urbanas y periurbanas en base a la estimación de tiempos de recorrido*. Universidad de Málaga.

36) **Pimentel, J. (2014).** *Modelo determinístico y probabilístico para la escala de medición de personas*. Slideshare. http://es.slideshare.net/angelfarrugia/determinstico-y-probabilstico-36982154

37) **Chávez, M. (2012).** *Simulación de sistemas*. Scribd. https://es.scribd.com/doc/116361993/simulacion-de-sistemas

38) **Alcalá Ramos, M. A. (2016).** *Microsimulación del tráfico de la intersección de las avenidas Bolívar, Córdova y calle Andalucía empleando el software PTV Vissim 6* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio Institucional UNI.

39) Agustín, A. R. M. (2016). *Micro simulación del tráfico de la intersección de las avenidas Bolívar, Córdova y calle Andalucía empleando el software VISSIM 6*.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/PUCP_b558ee9c13b1e8c0ff5038b1c65233f6/Details

40) Weinstein, M. C., O'Brien, B., Hornberger, J., Jackson, J., Johannesson, M., McCabe, C., & Luce, B. R. (2003). *Principles of Good Practice for Decision Analytic Modeling in Health-Care Evaluation: Report of the ISPOR Task Force on Good Research Practices—Modeling Studies. Value In Health, 6(1), 9-17.* https://doi.org/10.1046/j.1524-4733.2003.00234.x

41) **Fellendorf, M., & Vortisch, P. (2010).** Microscopic traffic flow simulator Vissim. En *Fundamentals of traffic simulation* (pp. 63-93). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6142-6_3

42) **Federal Highway Administration (FHWA). (2004).** *Traffic analysis toolbox volume III: Guidelines for applying traffic microsimulation modeling software* (Report No. FHWA-HRT-04-040). U.S. Department of Transportation. https://www.fhwa.dot.gov/publications/research/operations/04040/04040.pdf

43) Siddharth, S., & Ramadurai, G. (2013). *Calibration of VISSIM for Indian Heterogeneous Traffic Conditions*. Procedia - Social And Behavioral Sciences, *104*, 380-389. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.11.131

44) **Prócer, C. (2015).** *Sistemas de transporte inteligente 09 | Necesidad de los ITS | Modelos de la General Motors*. Tres Ingenieros. http://www.tresingenieros.com/sistemas-de-transporte-inteligente-09-necesidad-de-los-its-modelos-de-la-general-motors/

45) Wilber, Á. V. J. (2017). *Micro-simulación intermodal en la ciudad del Cusco empleando los softwares Vissim 8 y Viswalk 8*. http://hdl.handle.net/20.500.12404/8642

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

46) **Suarez, A. (2007).** *Análisis y evaluación operacional de intersecciones urbanas mediante la micro-simulación* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia].

47) **Papageorgiou, G. (2006).** *Hacia un modelo de simulación microscópica para la gestión del tráfico: Un enfoque informático* [Tesis doctoral, Universidad de Chipre]. Repositorio Institucional Universidad de Chipre.

48) **PTV Group. (2016).** *Welcome to PTV Group!*. Consultado el 16 de mayo de 2025, de https://www.ptvgroup.com

49) Bogarin, T. A. A. (2023). *Modelaje, Análisis y Propuesta de Intervención para una Intersección Conflictiva en Asunción, Paraguay, por Medio de Microsimulación Computacional con el Software PTV Vissim*. https://dspace.unila.edu.br/items/c0bcc7e1-774e-44fd-b519-8bbd4eca19e1

50) **Martín, P. R. C., & Martín, P. S. C. (2019).** *Propuesta de solución al congestionamiento vehicular en la rotonda Las Américas ubicada frente al Aeropuerto Internacional Jorge Chávez aplicando microsimulación en el software Vissim v.9* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Alicia - Repositorio Nacional Digital. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUPC_384c1cae831296bd1c7e421040410611

51) Ccalli Arocutipa, F. M., & Coronel Aller, J. E. (2022). *Determinación del nivel de servicio y propuesta de mejora vial con software PTV Vissim en Av. Patricio Meléndez tramo Av. Jorge Basadre Grohmann hasta Av. Industrial, Provincia de Tacna – 2022* [Tesis de pregrado, Universidad Privada de Tacna]. Repositorio Institucional UPT. http://hdl.handle.net/20.500.12969/2708

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

52) Polo, J. E. C., & Sovero, J. M. P. (2020). *Propuesta de mejora en los niveles para la intersección de la Av. La Marina con la Av. Antonio José de Sucre utilizando el software Vissim V0.9*. https://doi.org/10.19083/tesis/652674

53) Elias, S. L. M. (2019, 23 octubre). *Propuesta de solución al congestionamiento vehicular en la rotonda Las Americas ubicada frente al Aeropuerto Internacional Jorge Chávez aplicando microsimulación en el software Vissim v.9*. http://hdl.handle.net/10757/628042

54) Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). *Manual de carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos: Sección suelos y pavimentos* .https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/mtc%20normas/arch_pdf/man_7%20sggp-2014.pdf

55) Huanca Tarazona, S. D., & Rojas Quispe, Á. A. (2019). *Propuesta de mejora del diseño vial del óvalo La Curva de Chorrillos validado con el software Vissim 9.0* [Tesis de licenciatura, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio Académico UPC. http://hdl.handle.net/10757/626486

56) Pérez Rodríguez, R. C., & Vilcapoma Gutarra, J. J. (2019). *Propuesta de solución al congestionamiento vehicular en la rotonda Las Americas ubicada frente al Aeropuerto Internacional Jorge Chávez aplicando microsimulación en el software Vissim v.9*. http://hdl.handle.net/10757/628042

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

X. ANEXOS

Anexo 1

Matriz de consistencia

PROPUESTA DE MEJORA DEL FLUJO VEHICULAR APLICANDO UN MODELO DE SIMULACIÓN EN LA INTERSECCIÓN DE LA ANTIGUA PANAMERICANA SUR - AV. EL SOL Y EL CORREDOR PROLONGACIÓN HUAYLAS ENTRE EL RANCHO EL RODEO Y LA CALLE VENECIA, DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	DISEÑO METODOLÓGICO
¿DE QUÉ MANERA MEJORA EL FLUJO VEHICULAR APLICANDO UN MODELO DE SIMULACIÓN EN LA INTERSECCIÓN DE LA ANTIGUA PANAMERICANA SUR – AV. EL SOL Y EL CORREDOR PROLONGACIÓN HUAYLAS ENTRE EL RANCHO EL RODEO Y LA CALLE VENECIA, DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR?	PROPONER LA MEJORA DEL FLUJO VEHICULAR APLICANDO UN MODELO DE SIMULACIÓN EN LA INTERSECCIÓN DE LA ANTIGUA PANAMERICANA SUR – AV. EL SOL Y EL CORREDOR PROLONGACIÓN HUAYLAS ENTRE EL RANCHO EL RODEO Y LA CALLE VENECIA, DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR	LA PROPUESTA MEJORA EL FLUJO VEHICULAR APLICANDO UN MODELO DE SIMULACIÓN EN LA INTERSECCIÓN DE LA ANTIGUA PANAMERICANA SUR – AV. EL SOL Y EL CORREDOR PROLONGACIÓN HUAYLAS ENTRE EL RANCHO EL RODEO Y LA CALLE VENECIA, DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR	**VARIABLE INDEPENDIENTE:** **APLICACIÓN DE UN MODELO DE SIMULACIÓN DE TRÁFICO** La implementación de un modelo de simulación de tráfico permite analizar y predecir el comportamiento del flujo vehicular en zonas complejas, como es la zona de estudio bajo diferentes condiciones y escenarios. Esto facilita identificar cuellos de botella, evaluar el impacto de propuestas como la ampliación de carriles o ajustes de semáforos, y optimizar soluciones antes de realizar inversiones costosas. Bradoni, (2019)	Aplicación de la técnica de observación, identificando de las estaciones de aforo y el modelado de la simulación para medir los dispositivos de control de tránsito mediante la toma de datos previa con el **Formato de Clasificación Vehicular (MTC-2024)** (1 el cual de 2 drones DJI se emplearon para almacenar el software Vissim, en la intersección de la Antigua Panamericana Sur – Av. El Sol	DISPOSITIVOS DE CONTROL DE TRÁNSITO	-Semáforos -Señales verticales -Señales horizontales	**Nivel de investigación:** Descriptiva Porque se recolectan datos numéricos y se miden variables con indicadores. **Tipo de investigación:** Cuantitativo Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, (2014) mencionó que: Los estudios cuantitativos usan la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica con el fin de probar teorías. **Diseño de investigación:** **No experimental- transversal y longitudinal** Es un estudio no experimental en se genera ninguna situación, sino que se observan situaciones ya existentes, no provocadas intencionalmente en la investigación por quien la realiza. **Área de estudio** **Población:** Todo el flujo vehicular que transita, converge e interactúa a través de los accesos, movimientos de giro y tramos que conforman el sistema vial integrado por la Intersección de la Antigua Panamericana Sur – Av. El Sol y el corredor Prolongación Huaylas, en el distrito de Villa El Salvador. **Muestra** flujo vehicular registrado y contabilizado durante la Hora de Máxima Demanda (HMD)de la carretera Antigua Panamericana Sur – Av. el Sol, distrito de Villa el Salvador y el corredor Prolongación entre el Rancho el Rodeo y la calle Venecia, distrito de Villa El Salvador. El tipo de muestra es no probabilística por conveniencia porque la investigación se centra en un área y tiempo específico. **Instrumentos:** Drones DJI, Ficha del MTC, Google Earth Pro, cronómetro y cuadernillo
				Aplicación de la técnica de observación, identificando de las estaciones de aforo y el modelado de la simulación para medir la restricción de carril, mediante la toma de datos previa con el **Formato de Clasificación Vehicular (MTC-2024)** (1 el cual de 2 drones DJI se emplearon para almacenar el software Vissim, en la intersección de la Antigua Panamericana Sur – Av. El Sol	RESTRICCIÓN DE CARRIL	-Geometría del sitio -Volumen y composición del tráfico	
¿DE QUÉ MANERA MEJORA EL FLUJO VEHICULAR APLICANDO UN MODELO DE SIMULACIÓN CON DISPOSITIVOS DE CONTROL DE TRÁNSITO EN LA INTERSECCIÓN DE LA ANTIGUA PANAMERICANA SUR – AV. EL SOL Y EL CORREDOR PROLONGACIÓN HUAYLAS ENTRE EL RANCHO EL RODEO Y LA CALLE VENECIA, DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR?	PROPONER LA MEJORA DEL FLUJO VEHICULAR APLICANDO UN MODELO DE SIMULACIÓN CON DISPOSITIVOS DE CONTROL DE TRÁNSITO EN LA INTERSECCIÓN DE LA ANTIGUA PANAMERICANA SUR – AV. EL SOL Y EL CORREDOR PROLONGACIÓN HUAYLAS ENTRE EL RANCHO EL RODEO Y LA CALLE VENECIA, DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR	LA PROPUESTA MEJORA EL FLUJO VEHICULAR APLICANDO UN MODELO DE SIMULACIÓN CON DISPOSITIVOS DE CONTROL DE TRÁNSITO EN LA INTERSECCIÓN DE LA ANTIGUA PANAMERICANA SUR – AV. EL SOL Y EL CORREDOR PROLONGACIÓN HUAYLAS ENTRE EL RANCHO EL RODEO Y LA CALLE VENECIA, DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR		Aplicación de la técnica de observación, identificando de las estaciones de aforo y el modelado de la simulación para medir la restricción de carril, mediante la toma de datos previa con el **Formato de Clasificación Vehicular (MTC-2024)** (1 el cual de 2 drones DJI se emplearon para almacenar el software Vissim, en el corredor Prolongación Huaylas entre el Rancho el Rodeo y la calle Venecia.	PARADERO	-Geometría de la vía -Volumen de tráfico -Capacidad	
¿DE QUÉ MANERA MEJORA EL FLUJO VEHICULAR APLICANDO UN PROGRAMA DE SIMULACIÓN CON RESTRICCIÓN DE CARRIL EN LA INTERSECCIÓN DE LA ANTIGUA PANAMERICANA SUR – AV. EL SOL, DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR?	PROPONER LA MEJORA DEL FLUJO VEHICULAR APLICANDO UN MODELO DE SIMULACIÓN CON RESTRICCIÓN DE CARRIL EN LA INTERSECCIÓN DE LA ANTIGUA PANAMERICANA SUR – AV. EL SOL, DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR	LA PROPUESTA MEJORA EL FLUJO VEHICULAR APLICANDO UN MODELO DE SIMULACIÓN CON RESTRICCIÓN DE CARRIL EN LA INTERSECCIÓN DE LA ANTIGUA PANAMERICANA SUR – AV. EL SOL, DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR	**VARIABLE DEPENDIENTE** **MEJORA DEL FLUJO VEHICULAR** La mejora del flujo vehicular es esencial para reducir los tiempos de viaje, disminuir la congestión y optimizar el uso de las infraestructuras existentes como en la zona de estudio. Ramos y Abire (2024)	Aplicación de la técnica de observación, identificando de las estaciones de aforo y el modelado de la simulación para medir los dispositivos de control de tránsito mediante la toma de datos previa con el **Formato de Clasificación Vehicular (MTC-2024)** (1 el cual de 2 drones DJI se emplearon para almacenar el software Vissim, en la intersección de la Antigua Panamericana Sur – Av. El Sol y el corredor Prolongación Huaylas entre el Rancho el Rodeo y la calle Venecia.	FLUJO VEHICULAR	-Volumen de tráfico -Densidad de tráfico -Velocidad promedio -Nivel de servicio (LOS) -Tiempo de viaje	
¿DE QUÉ MANERA MEJORA EL FLUJO VEHICULAR APLICANDO UN MODELO DE SIMULACIÓN CON PARADEROS EN EL CORREDOR PROLONGACIÓN HUAYLAS ENTRE EL RANCHO EL RODEO Y LA CALLE VENECIA, DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR?	PROPONER LA MEJORA DEL FLUJO VEHICULAR APLICANDO UN MODELO DE SIMULACIÓN CON PARADEROS EN EL CORREDOR PROLONGACIÓN HUAYLAS ENTRE EL RANCHO EL RODEO Y LA CALLE VENECIA, DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR	LA PROPUESTA MEJORA EL FLUJO VEHICULAR APLICANDO UN MODELO DE SIMULACIÓN CON PARADEROS EN EL CORREDOR PROLONGACIÓN HUAYLAS ENTRE EL RANCHO EL RODEO Y LA CALLE VENECIA, DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR					

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Anexo 2

Ficha de validación del Modelo de Simulación

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

Yo, Edde Abel Antara Trujillo, con DNI N° 46198173, ostento el grado de Mg. en Ingeniería de Tránsito y Transporte, ejerciendo actualmente como Especialista en Tránsito y Transporte

Por medio de la presente hago constar que he revisado, con fines de validación técnica y metodológica, los **Instrumentos de Recolección de Datos de Tránsito y el Modelo de Microsimulación en PTV Vissim** para la tesis titulada: **PROPUESTA DE MEJORA DEL FLUJO VEHICULAR APLICANDO UN MODELO DE SIMULACIÓN EN LA INTERSECCIÓN DE LA ANTIGUA PANAMERICANA SUR – AV. EL SOL Y EL CORREDOR PROLONGACIÓN HUAYLAS ENTRE EL RANCHO EL RODEO Y LA CALLE VENECIA, DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR**, realizada por el tesista: Yonatan Huaco Panca.

Luego de hacer la revisión correspondiente, formulo la siguiente evaluación:

N°	INDICADOR	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	0-20% DEFICIENTE	21-40% BAJO	41-60% REGULAR	61-80% BUENA	81-100% MUY BUENA
1	**CLARIDAD Y RIGOR TÉCNICO**	Los formatos de aforo/campo y la configuración de parámetros en el software están formulados con terminología de ingeniería de tránsito precisa.				X	
2	**RELEVANCIA DE DATOS DE ENTRADA**	Los aforos vehiculares, composiciones y velocidades levantadas en campo son suficientes y representativos para el área de estudio.				X	
3	**PERTINENCIA DEL SOFTWARE**	La herramienta de microsimulación PTV Vissim es la adecuada para analizar el comportamiento operativo y nivel de servicio de las intersecciones en estudio.				X	
4	**REPRESENTACIÓN GEOMÉTRICA**	El trazado de la red vial, anchos de carril, áreas de conflicto y conectores reflejan fielmente las condiciones físicas reales.				X	

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

N°	INDICADOR	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	0-20% DEFICIENTE	21-40% BAJO	41-60% REGULAR	61-80% BUENA	81-100% MUY BUENA
5	**CALIBRACIÓN DE PARÁMETROS**	Los parámetros de seguimiento vehicular (Wiedemann) y cambio de carril han sido debidamente justificados y ajustados a las condiciones locales.					X
6	**VALIDACIÓN ESTADÍSTICA**	El procedimiento de validación (estadístico GEH, tiempos de viaje o longitud de colas) cumple con los estándares técnicos aceptados					X
7	**NÚMERO DE RÉPLICAS**	La cantidad de corridas estocásticas ejecutadas garantiza la estabilidad y confiabilidad de los resultados simulados.					X
8	**MODELACIÓN SEMAFÓRICA**	Los planes de tiempos, ciclos, fases y detectores semafóricos están correctamente sincronizados y modelados.				X	
9	**COHERENCIA METODOLÓGICA**	Existe alineación lógica entre los objetivos de la tesis, las variables analizadas y los indicadores de desempeño obtenidos (demoras, colas, LOS).				X	
10	**VIABILIDAD DE PROPUESTAS**	Los escenarios de mejora u optimización propuestos son técnicamente viables y correctamente simulados en la herramienta.				X	

OPINIÓN DE APLICABILIDAD:
[ ] No aplicable [ ] Requiere modificaciones sustanciales [ ] Aplicable con observaciones menores [X] Totalmente aplicable
PROMEDIO DE VALORACIÓN: 86%
OBSERVACIONES / RECOMENDACIONES:
El modelo de simulación presenta buena base para replicar la operatividad de la Intersección y del Corredor, para realizar propuestas de mejora del Flujo vehicular

LUGAR Y FECHA: Lima, 28 de 06 de 2026.



FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
CIP: 209446

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

RESOLUCIÓN DIRECTORAL ACADÉMICA DE CARRERA
N° 009-2025- DAICIVIL- U. CIENTÍFICA

CARRERA DE: Ingeniería Civil
Lima, 5 de noviembre de 2025

VISTO:
Los informes de evaluación independiente del proyecto de tesis titulado: "PROPUESTA DE MEJORA DEL FLUJO VEHICULAR APLICANDO UN MODELO DE SIMULACIÓN EN LA INTERSECCIÓN DE LA ANTIGUA PANAMERICANA SUR: AV. EL SOL Y EL CORREDOR PROLONGACIÓN HUAYLAS ENTRE EL RANCHO EL RODEO Y LA CALLE VENECIA, DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR", proyecto de tesis presentado por:

- HUACO PANCA, YONATAN

CONSIDERADO:
Que, de acuerdo con el Reglamento General de la Universidad Científica del Sur y los reglamentos para obtener el título de Ingeniero(a) Civil se debe desarrollar una tesis;

Que, el inciso 4 del artículo 79 del Reglamento de Estudios de Pregrado vigente establece que: "Todos los proyectos de tesis luego de tener un informe aprobatorio de la revisión independiente deben presentarse a uno de los dos Comités Institucionales de Ética en Investigación (CIEI) para su revisión y aprobación, salvo que el responsable de investigación considerase el no envío de la tesis en conformidad con las indicaciones emitidas por la DGIDI."
Que, mediante Resolución Directoral No. 008-DGIDI-CIENTIFICA-2023, que aprueba el documento titulado "Precisiones respecto a la evaluación de proyectos de tesis e investigación realizados por los miembros de la Universidad Científica del Sur (versión 2023)" dispone que las situaciones por las que un proyecto de tesis puede ser eximido de ser enviado a evaluación de un comité de ética e integridad científica son las siguientes:

1. Proyectos no realizados en personas ni muestras de material biológico obtenido de seres humanos.
2. Análisis secundario de bases de datos públicamente disponibles o que provengan de investigaciones aprobadas por un comité de ética.
3. Revisiones sistemáticas con o sin metaanálisis.
4. Estudios bibliométricos.
5. Estudios con permisos otorgados por las instituciones nacionales competentes para la protección del sujeto de investigación y que son supervisados por estas.

Que, el responsable de investigación en Ingeniería Civil de la DGIDI ha informado que la tesis en cuestión no requirió pasar por un Comité de Ética en tanto la metodología planteada no incluye la realización de experimentos ni entrevistas de ningún tipo, por lo que no es posible la afectación de personas, animales ni del medio ambiente; encontrándose por tanto el referido proyecto de tesis en el primer supuesto de excepción previsto mediante Resolución Directoral No. 008-DGIDI-CIENTIFICA-2023;

Que, el segundo párrafo del artículo 70 del Reglamento de Estudios de Pregrado dispone que: “A partir de la fecha de aprobación, el tesista tiene como máximo 18 meses para la ejecución y presentación de la tesis para sustentación”.
De acuerdo normativa vigente de la Universidad Científica del Sur y en uso de las atribuciones conferidas al decano de la carrera,

SE RESUELVE:

Artículo 1.- Aprobar e inscribir el proyecto de tesis titulado: “PROPUESTA DE MEJORA DEL FLUJO VEHICULAR APLICANDO UN MODELO DE SIMULACIÓN EN LA INTERSECCIÓN DE LA ANTIGUA PANAMERICANA SUR: AV. EL SOL Y EL CORREDOR PROLONGACIÓN HUAYLAS ENTRE EL RANCHO EL RODEO Y LA CALLE VENECIA, DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR”, con número de registro PRE-112-2025-00753; y establecer el inicio de la ejecución del mencionado proyecto hasta el 15 de junio del 2026.

Artículo 2.- Nombrar al docente MIGUEL ANGEL FERNANDEZ CHOQUEPUMA como asesor para el desarrollo de tesis en cuestión.

Artículo 3.- Modificar el Artículo 2 de la Resolución Directoral Académica de Carrera N°004-2025-DAICIVIL-U.CIENTÍFICA, en el extremo que designa al asesor de tesis, quedando redactado de la siguiente manera:
Nombrar al docente WILDER EDER PATRICIO MELGAREJO como asesor y al docente ANWAR JULIO YARIN ACHACHAGUA como coasesor para el desarrollo de la tesis titulada: ‘PROPUESTA DE MEJORA DEL FLUJO VEHICULAR APLICANDO UN MODELO DE SIMULACIÓN EN LA INTERSECCIÓN DE LA ANTIGUA PANAMERICANA SUR: AV. EL SOL Y EL CORREDOR PROLONGACIÓN HUAYLAS ENTRE EL RANCHO EL RODEO Y LA CALLE VENECIA, DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR’, con número de registro PRE-112-2025-00753. El cambio de asesor se realiza debido a que el docente MIGUEL ÁNGEL FERNÁNDEZ CHOQUEPUMA, designado originalmente, ha desistido de continuar ejerciendo el rol de asesor por causas externas que le impiden hacerlo, acordándose dicho cambio de manera consensuada entre el asesor y el tesista.

Regístrese, comuníquese y archívese.



Hernando Andre Zurita Calderon

Decano de la Carrera de Ingeniería Empresarial y de Sistemas, Ing. Software; Ing. Industrial, Ing. Civil, Ing. Minas.